

# ELEKTRONIK ELEKTOR

MIESIĘCZNIK DLA ELEKTRONIKÓW

## 80C535 Z EMULATOREM EPROMU

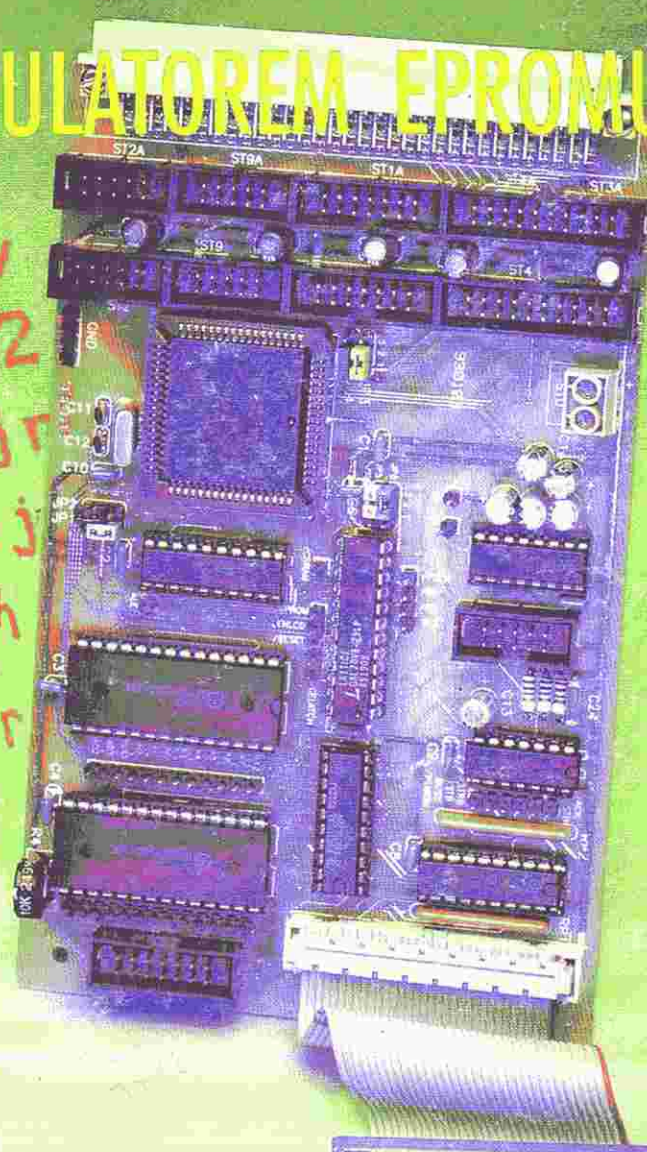
Mini  
przedwzmacniacz

Poprawa jakości  
obrazu monitora  
mono VGA

Tester I<sup>2</sup>C

Tani  
fazomierz

Ładowarka ogniw  
niklowo-kadmowych  
z mikrokontrolerem



INDEKS 323314  
ISSN 1230-9362



# UKŁADY SCALONE KATALOG AKTUALNOŚCI RADIO•TELEWIZJA•AUDIO•VIDEO

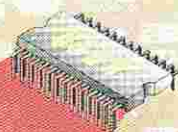
1 1994  
RTV i AV



LA7520N/21N Układ p.c.z. wizji i dźwięku  
LA7530N Układ p.c.z. wizji i dźwięku  
LA7830 Układ kątowy odchylania pionowego  
NE/SA605 Układ p.c.z. do urządzeń FM małej mocy  
LM833 Podwójny akustyczny wzmacniacz operacyjny  
SAB8456/T Preskaler 1GHz z podziałem przez 64/256  
SDA4212 Preskaler 1,3GHz z podziałem przez 64/256  
SP4633 Preskaler 1GHz z podziałem przez 64  
SP4731 Preskaler 1,3GHz z podziałem przez 64  
U664B/BS Preskaler 1GHz z podziałem przez 64  
U664BSH Preskaler 1GHz z podziałem przez 64  
SFH505A Odbiornik promieniowania podczerwonego  
UM93520 Układ nagrywania i odtwarzania mowy

# UKŁADY SCALONE KATALOG AKTUALNOŚCI UKŁADY ANALOGOWE

1 1994  
UA

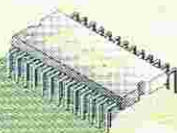


RC4151/52 Przetwornik napięć-częstotliwości  
CA3240 Podwójny wzmacniacz operacyjny BiMOS  
XR209 Analogowy układ taktowy  
NE5532 Podwójny niskociężny wzmacniacz operacyjny  
NE5533/34 Niskociężne wzmacniacze operacyjne  
TL080/81/82/84 Wzmacniacze operacyjne z wejściami JFET

Tylko śledząc regularnie zawartość biuletynów USKA  
nie przeoczysz żadnej nowości na rynku układów scalonych.

# UKŁADY SCALONE KATALOG AKTUALNOŚCI UKŁADY CYFROWE

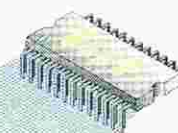
1 1994  
UC



IC7217/27 Sterownik wyświetlacza LED z licznikiem  
UM3750 Programowalny koderek/dekoder  
UM3758 Programowalny koderek/dekoder  
CMOS-4000 Układy logiczne CMOS serii 4000, część I

# UKŁADY SCALONE KATALOG AKTUALNOŚCI MIKROPROCESORY•PAMIĘCI

1 1994  
μC



RS232 Teoria łącz RS232  
IDL232 Podwójny napędzany odbiornik interfejsu RS232C  
MC1488 Pocztywny nadajnik linii interfejsu RS232C  
MC1489 Pocztywny odbiornik linii interfejsu RS232C  
ETIM2718 Pamięć NMOS EPROM 16Kbit (2Kbit x 8)  
M2732A Pamięć NMOS EPROM 32Kbit (4Kbit x 8)  
M2764A Pamięć NMOS EPROM 64Kbit (8Kbit x 8)  
M27128A Pamięć NMOS EPROM 128Kbit (16Kbit x 8)  
M27256 Pamięć NMOS EPROM 256Kbit (32Kbit x 8)  
M27512 Pamięć NMOS EPROM 512Kbit (64Kbit x 8)



## OKŁADKA

Karta procesora 80C535 to doskonałe narzędzie do testowania i opracowywania programów użytkowych. Zastosowanie tej karty jako emulatora EPROMów pozwala zmniejszyć koszty nowych opracowań i daje konstruktorowi wspaniałe możliwości projektowe.

**Elektor Elektronik** jest miesięcznikiem wydawanym przez AVT-Korporacja Sp. z o.o. 00-838 Warszawa ul. Prosta 69 tel/fax 32-47-51 na licencji wydawnictwa Elektor B.V.

### Copyright

© Uitgeversmaatschappij Elektor B.V.  
c/o. Intern. Adv. Dept.  
P.O. BOX 75  
6190 AB BEEK (L)  
The NETHERLANDS  
tel: +314 638 94 44  
FAX: +314 637 01 61

Druk:  
HELDRIJK  
82-200 Malbork  
ul. Partyzantów 3b

## AUDIO - HiFi - VIDEO

- 9 Mini przedwzmacniacz
- 43 Wskaźnik widma sygnału

## KOMPUTERY

- 5 Mikrosterownik 535 z emulatorem EPROMu
- 21 Poprawa jakości obrazu monitora mono VGA

## MIERNICTWO

- 23 Tani fazomierz
- 28 Tester I°C
- 48 Hygrometr cyfrowy

## ZASILANIE

- 14 Ładowarka ogniw niklowo-kadmowych z mikrokontrolerem

## OGÓLNE

- 39 Podsystem analogowy

## 101 UKŁADÓW

- 53 Utrzymywanie akumulatorów w dobrej kondycji
- 54 Autoboster
- 56 Regulator obrotów dla wiertarek
- 58 Piłka do styropianu
- 59 Niskoomowy przełącznik AC do żarówek halogenowych
- 59 Sterownik PWM do silników
- 60 Elementarny układ czasowy
- 60 Aktywny korektor basów
- 61 Przełącznik uruchamiany częstotliwością
- 62 Szybki prostownik aktywny
- 62 Wyłącznik oświetlenia wewnątrz samochodu

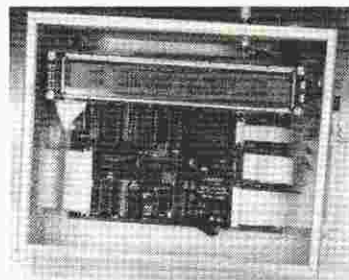
## APLIKACJE

- 37 Wyświetlacze LCD

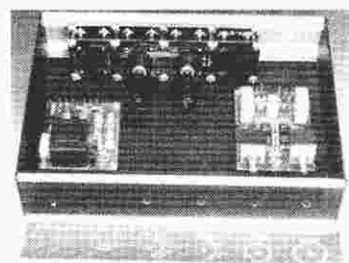
# ELEKTRONIK ELEKTOR

Numer 2 (5)

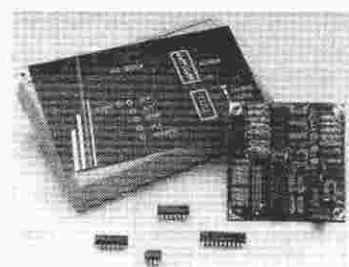
Luty 1994



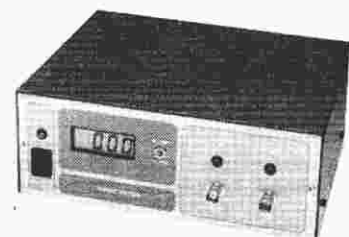
**Mikrosterownik 535  
z emulatorem EPROMu**  
str. 5



**Mini przedwzmacniacz**  
str. 9



**Tester I°C**  
str. 28



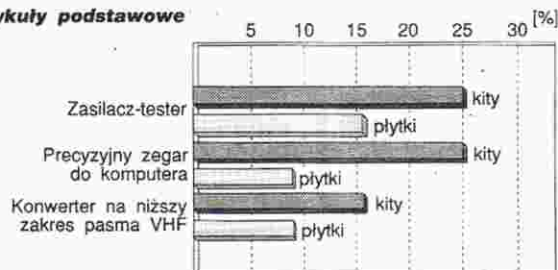
**Tani fazomierz**  
str. 23

## SPRZĘŻENIE ZWROTNE

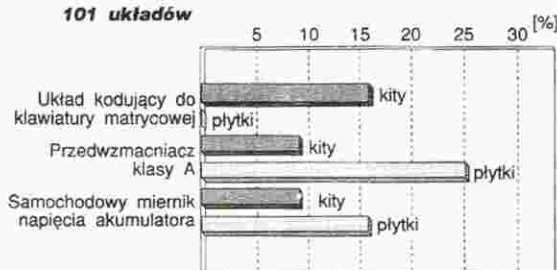
Przedstawiamy wyniki ankiety "Sprzężenie zwrotne" z numeru 3/93 Elektra. Artykuły z grupy zwanej umownie "podstawową" i grupy "101 układów", które cieszyły się wyraźnie większym zainteresowaniem Czy-

telników, wymienione zostały na wykresach. Pozostałe artykuły, które nie zostały na nich uwidocznione, uzyskały nieco mniejszą, równomiernie rozłożoną ilość głosów.

Artykuły podstawowe



101 układów



## OSCYSKOPY Z LITWY



### C1-94 Saga AMATORSKI - SERWISOWY

Pasma przenoszenia: 0..10MHz  
Czułość: 5mV/dz..5V/dz  
Amplituda sygnałów: 10mV..300V  
Odchylenie poziome: 0,1μs/dz..50ms/dz  
Rezystancja i pojemność wejściowa: 1M, 40pF lub 10M, 25pF (z sondą 1:10)  
Moc: 25VA  
Powierzchnia robocza ekranu: 40x60mm  
Wymiary: 100x190x300mm  
Masa: 3,5kg

cena: 1.450.000 z

### C1-112A OSCYSKOP Z MULTIMETREM SERWISOWY



cena: 2.450.000 z

Pasma przenoszenia: 0..10MHz  
Czułość: 5mV/dz..5V/dz  
Amplituda sygnałów: 5mV..300V  
Odchylenie poziome: 0,05μs/dz..50ms/dz  
Multimetr: 4 cyfry  
Zakresy mierzonych napięć: 2,5 - 25 - 250 - 1000V  
Zakresy mierzonych rezystancji: 2,5 - 25 - 250 - 2500kΩ  
Moc: 25VA  
Powierzchnia robocza ekranu: 40x60mm  
Wymiary: 110x190x250mm  
Masa: 3,6kg

### C1-131 SERWISOWY DWUKANAŁOWY

cena:  
4.870.000 z

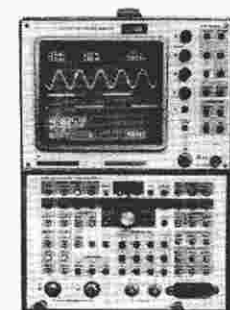
Pasma przenoszenia: 0..20MHz  
Czułość: 2mV/dz..10V/dz  
PAMIĘĆ CYFROWA: 1024x8 lub 2x(512x8)  
Tryb pracy "rejestratora"  
Częstotliwość dyskretyzacji: 1MHz  
Powierzchnia robocza ekranu: 60x80mm  
Wymiary: 120x240x300mm  
Masa: 4,5kg

### PRZEZNACZONY DO REJESTRACJI BARDZO SZYBKICH PRZEBIEGÓW

### C7-19

cena: 13.800.000 z

Pasma przenoszenia: 50GHz  
Czas narastania: 70ps  
Czułość: 170mV/mm  
Rezystancja wejściowa: 50Ω  
Ekran: 40x60mm  
Wymiary: 488x213x655mm  
Masa: 27kg



### C1-122/1 PROFESJONALNY CZTEROKANAŁOWY

cena: 13.830.000 z

Pasma przenoszenia: 100MHz  
Czułość: 5mV/dz..5V/dz  
Display alfanumeryczny  
Ekran: 100x120mm  
Wymiary: 228x343x616mm  
Masa: 22kg

### C1-115/1 DWUSTRUMIENIOWY, CZTEROKANAŁOWY

cena: 12.630.000 z

Pasma przenoszenia: 50MHz  
Czułość: 5mV/dz..5V/dz  
Odchylenie: 5ns/dz..50ms/dz  
IEC 625 Bus  
Ekran: 100x120mm  
Masa: 15kg  
Główne przeznaczenie: laboratoryjne ogólnego przeznaczenia. Możliwość fotografowania dwóch impulsów jednokrotnych



Do C1-122/1 lub C1-115/1 jest oferowana przystawka dodatkowa: dwukanałowa przystawka analizatora sygnałów

### IA4S-122

DC: ...10MHz  
0,5mV/dz..5mV/dz  
Impedancja wejściowa: 50Ω

cena: 6.500.000 z

Do oscyloskopu C1-122 istnieje również szereg innych przystawek kompletowanych na indywidualne zamówienie

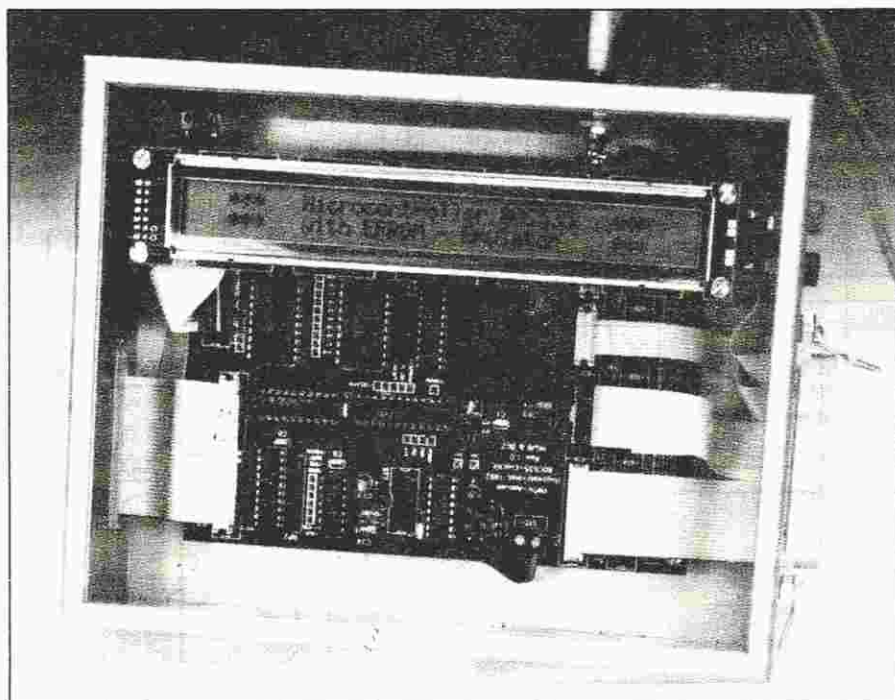
AVT jest wyłącznym na obszarze Polski, licencjonowanym dystrybutorem oscyloskopów renomowanej firmy litewskiej RIMEDA. Oferowane oscyloskopy są specjalnie przygotowane na eksport, na ogół w wersji angielskojęzycznej. Gwarancja 12 miesięcy. Zapewniony serwis pogwarancyjny.

Oscyloskopy są sprzedawane w sklepie firmowym AVT: Warszawa, ul. Prosta 69, tel. 32-14-01 w. 248 lub 32-33-48 lub wysyłane za zaliczeniem pocztowym (z doliczeniem 10% ceny jako kosztów przesyłki). Zamówienia listowne należy składać na adres: 02-777 Warszawa 130, skr. poczt. 271.



# MIKROSTEROWNIK 535 Część 1

## Z EMULATOREM EPROMU



**Zespolenie emulatora EPROMu z mikrosterownikiem zwiększa elastyczność systemu, zmniejsza jego koszt, czyniąc także opisany tu układ z procesorem 80C535 znakomitym narzędziem do opracowywania programów aplikacyjnych.**

B.C. Zschocke

Chociaż układy z mikrosterownikami są w zasadzie niedrogie i łatwe w budowie, to koszt układów pomocniczych, potrzebnych do ich stosowania w praktyce, czyni je dla wielu entuzjastów niedostępnymi. Zakładając, że chcieliby oni opracowywać swoje programy w sposób czasowo wydajny, to znaczy zapomnieć o programowaniu EPROMów bit za bitem i bajt za bajtem (co przed mniej więcej dziesięć laty nie było niczym dziwnym), minimalna konfiguracja powinna się składać z następujących "narzędzi":

- komputera z assemblerem kodu maszynowego dla danego mikrosterownika,
- emulatora pozwalającego na testowanie docelowego programu w systemie mikrosterownika,
- programatora EPROMów umożliwiającego zaprogramowanie ostatecznej wersji programu w EPROMie.

Takie wyposażenie stanowi poważną inwestycję. Na szczęście istnieje możliwość obniżenia tych kosztów. Programator EPROMów nie jest konieczny, jeżeli można ograniczyć się tylko do eksperymentowania. Podobnie, emulator może zostać pominięty, jeżeli ma się czas i możliwość programowania EPROMów na nowo po każdej modyfikacji docelowego programu. Jednakże programowanie bez tych dwóch narzędzi jest czasochłonne.

Zakładając, że każdy komputerowy hobbysta ma komputer i że jego głównym zainteresowaniem jest eksperymentowanie z mikrosterownikiem, można powiedzieć, że emulator jest narzędziem najbardziej potrzebnym. W idealnym przypadku nie będzie potrzeby korzystania z programatora EPROMów, dopóki program nie zostanie przetestowany i gotowy do zainstalowania w systemie sterującym (na przykład w tak

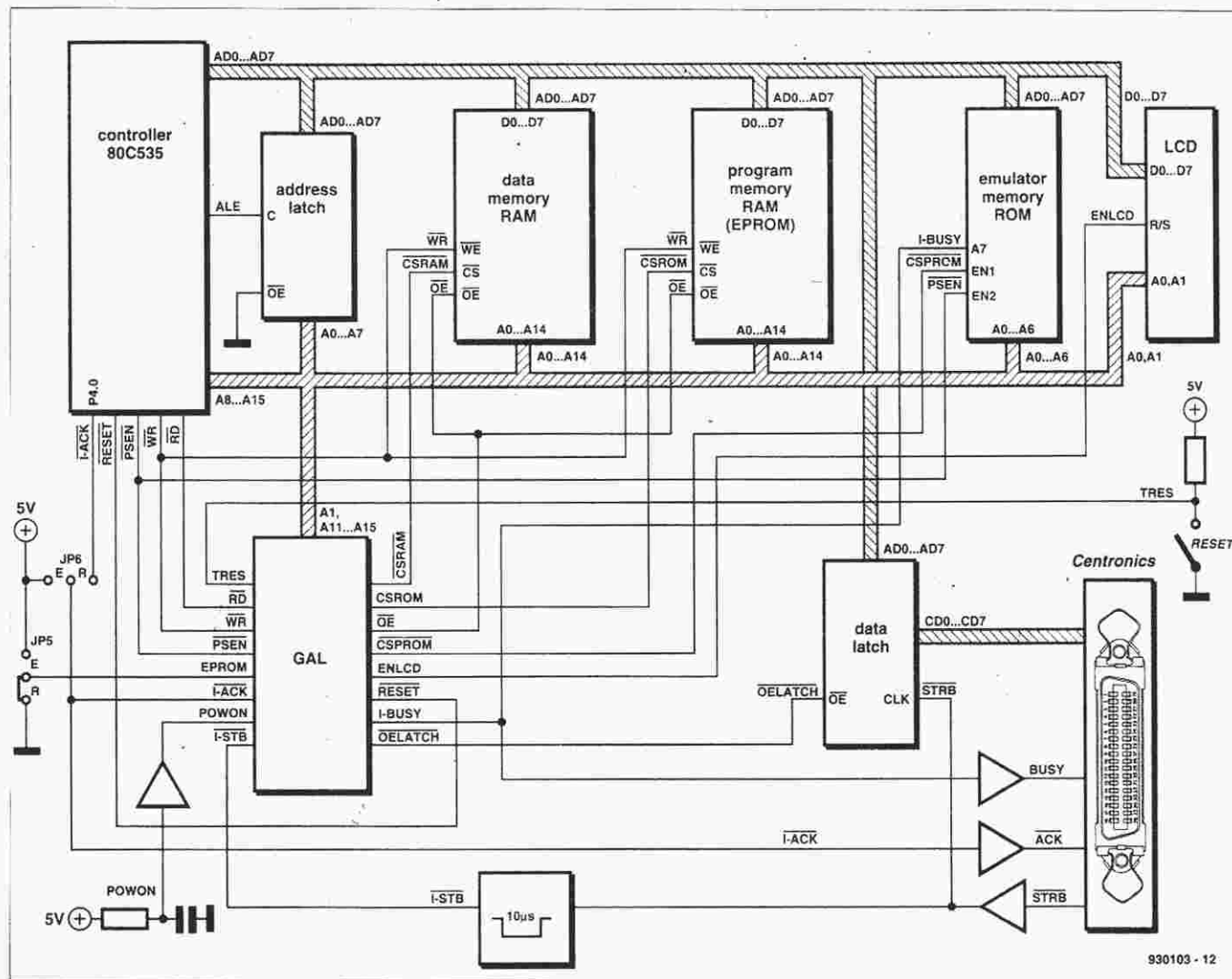
zwanym "systemie pod klucz"). Jest pociesającą wiadomością dla wszystkich o skromnym budżecie, że:

- przedstawiany system ze sterownikiem 80C535 zawiera emulator EPROMu,
- system może zostać wykonany bez emulatora.

### Jeden sterownik, dwie funkcje

Szczegółowy schemat blokowy systemu jest pokazany na *rys. 1*. Jest on na tyle szczegółowy, że pozwala dokładnie przedstawić działanie całego systemu. Najważniejszą jego częścią jest układ oznaczony GAL (generic array logic), zawiera bowiem układy deszyfracji adresów układów scalonych pamięci oraz logiczne układy sterujące, pozwalające przełączać system z funkcji sterownika w funkcję emulatora i na odwrót. Oznacza to, że sterownik może wykonywać instrukcje zawarte albo w pamięci programu, albo w pamięci emulatora. Faktycznie, instrukcje zawarte w pamięci emulatora służą do kopiowania programu ładowanego z komputera do pamięci programu. Analizując szczegółowo system przedstawiony na *rys. 1* widać, że bardzo przypomina standardową konfigurację sterowników rodziny MCS51 (do której należy 80C535, choć nie jest produkowany przez Intel'a). Do takiej standardowej konfiguracji wchodzi sam sterownik, zatrask adresów, pamięć danych i pamięć programu. Pamięć programu zawiera kod, który jest wykonywany przez sterownik. GAL umożliwia przemieszczanie szeregu składników w systemie. Gdy GAL przełączy system w tryb wykonawczy (run mode), układ działa jak opisana powyżej standardowa konfiguracja, a pamięć emulatora i sprzęg Centronics są odłączone. Gdy zaś GAL przełączy system w tryb emulacji, pamięć danych staje się "niewidoczna", jej zadania przejmuje pamięć programu, a pamięcią programu staje się pamięć emulatora. Zmusza to mikrosterownik do wykonywania programu zawartego w pamięci emulatora. Program ten powoduje, że dane (czyli opracowywany program), otrzymane poprzez sprzęg Centronics, są kopiowane do pamięci danych (tworzonej przez pamięć programu).





930103 - 12

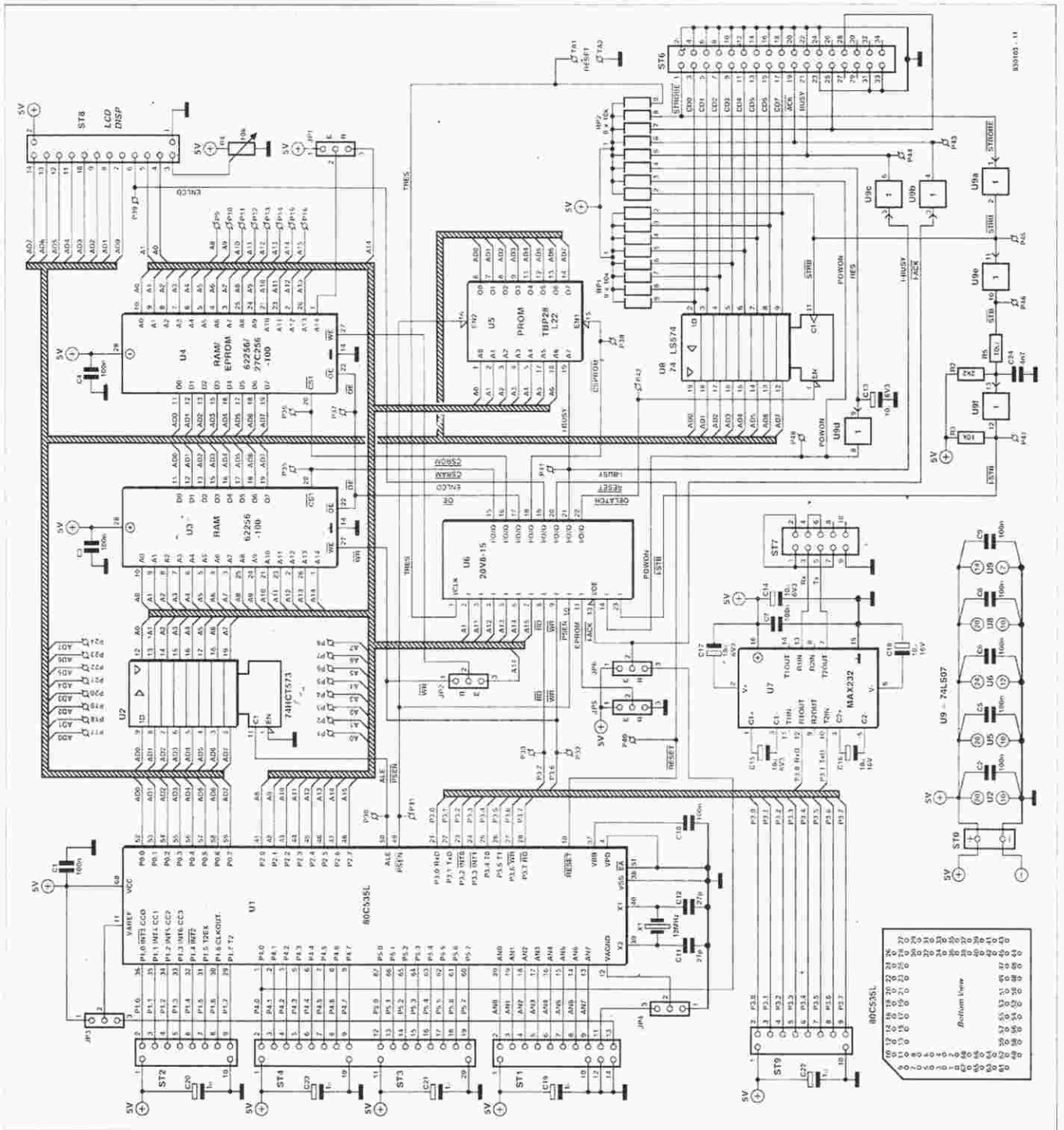
Rys. 1. Schemat blokowy mikrosterownika.

Staje się jasne, że GAL pełni w układzie kluczową rolę. Sterowanie GALem jest oparte na pojedynczym sygnale - sygnale strobowym, otrzymanym za pośrednictwem sprzęgu Centronics. Impuls strobowy, zanim dotrze do GALa, zostaje przedłużony do około 10µs po to, by mógł posłużyć GALowi również jako impuls zerujący. Nawiasem mówiąc, impuls zerujący jest dostarczany jeszcze wtedy, gdy system jest w trybie wykonawczym, zaś impuls strobowy oznacza, że pierwszy bajt nowego programu został wysłany. Procesor otrzymuje następnie impuls zerujący i linia BUSY przechodzi w stan wysoki. Od tej chwili GAL zapewnia, że sterownik używa pamięci programu jako pamięci danych, zgodnie z programem emulatora zawartym w pamięci emulatora. Zerowanie powoduje, że program jest wykonywany poczynając od adresu 0000H. Program emulatora zapewnia, że otrzymane dane są przechowywane w pamięci programu. Sygnał BUSY jest związany z najstarszym bitem adresu pamięci emulatora, co umożliwia programowi rozpoznanie za-

adres	pamięć danych	pamięć programu	adres
0000H 7FFFH	pamięć danych (U3), adresy 0000H do 7FFFH	pamięć programu (U4), adresy 0000H do 7FFFH	0000H 7FFFH
8000H	zatrask danych (U8), tylko odczyt	pamięć programu (U4), adresy 0000H do 7FFFH	
8001H 87FFFH	zatrask danych - "lustro"		
8800H 8801H 8802H 8803H	moduł LCD: wpisywanie instrukcji wpisywanie danych czytanie instrukcji czytanie danych		
8804H 8FFFH	moduł LCD - "lustro"		
9000H BFFFH	wolne - dla we/wy sterowanych pamięcią		
C000H FFFFH	pamięć programu (U4), adresy 4000H do 7FFFH		FFFFH

Tab. 1. Mapa pamięci mikrosterownika 535.





Rys. 2. Schemat elektryczny mikrosterownika 535 z emulatorem EPROMów.

kończenia przejścia danych. W ten sposób system może przełączać dwie połowki programu, które są identyczne i różnią się tylko jednym bajtem. Niezależnie od momentu, w którym BUSY przechodzi w stan wysoki, wykonywanie programu przez procesor nie jest przerywane. BUSY może przejść w stan wysoki tylko wtedy, gdy procesor nie jest w trakcie czytania z pamięci emulatora. Jedyną różnicą jest, że program używa jednego bajtu do wykrycia, iż w zatrasku danych jest do dyspozycji nowy bajt, gotowy do zapisania. Na

zakończenie tej czynności, program emulatora wysyła przez wyjście P4.0 impuls potwierdzenia. Impuls ten powoduje, że linia BUSY znowu przechodzi w stan niski, a komputer przesyłający dane otrzymuje sygnał o gotowości przyjęcia następnego bajtu. Sterownik nie musi być zerowany impulsem strojącym, gdy program emulatora już działa. W tym stadium wystarczy, że GAL reaguje przeniesieniem linii BUSY w stan wysoki, zaś program dokonuje reszty. Po otrzymaniu wszystkich danych GAL

musi zapewnić powrót układu do trybu wykonawczego. W tym celu układ rejestruje czas, jaki upłynął od nadejścia ostatniego bajtu. Po jednej sekundzie program inicjuje sterownik ("soft reset") i sygnalizując przejście do trybu wykonawczego, przeskakuje do adresu 8000H. Skok do 8000H tłumaczy się następująco. Pamięć programu ma objętość 32kB i może być adresowana 15 z 16 bitów adresu. Szesnasty bit adresu (A15) jest używany w układzie do wyboru (adresowania) programu, zamiast

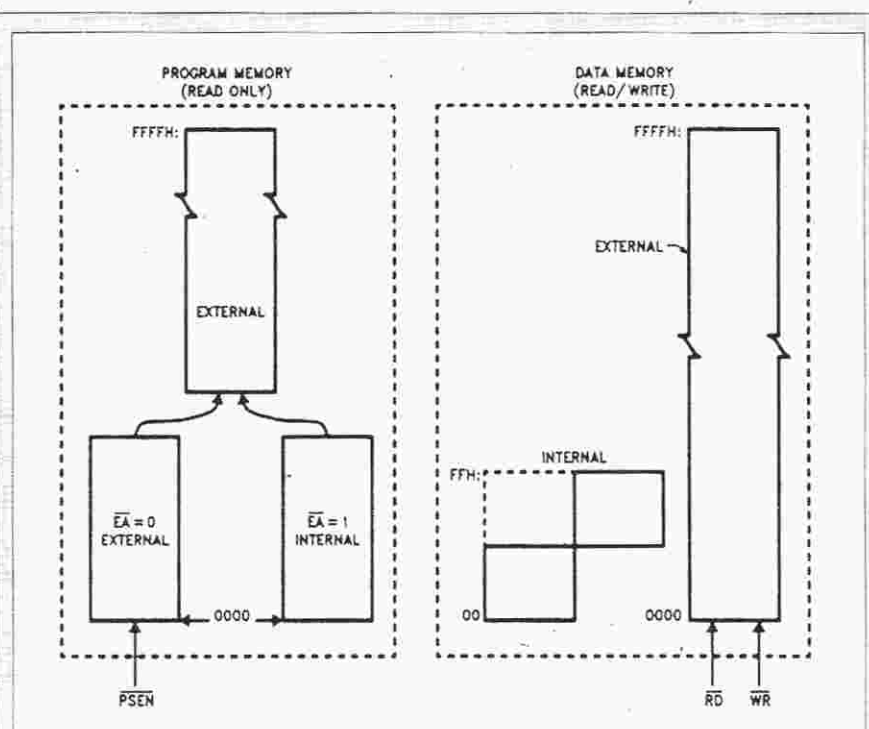


do dekodowania adresu (co dotyczy także GAL). W konsekwencji skok do 8000H oznacza to samo co skok do 0000H (adres, z którego sterownik startuje po wyzerowaniu). Jedyną różnicą jest to, że A15 pod adresem 8000H przechodzi w stan wysoki. GAL reaguje na to przełączeniem systemu w tryb wykonawczy, w którym pamięć danych zostanie na nowo udostępniona, a pamięć programu powtórnie będzie służyć do przechowywania programu. W wyniku tego sterownik rozpoczyna wykonywanie instrukcji od adresu 0000H w pamięci programu, dokładnie w jedną sekundę po otrzymaniu z komputera ostatniego bajtu.

Mapa pamięci płyty procesora 535 jest wyznaczona przez strukturę dekodera adresów, zawartego w GAL - zob. **tab. 1**. Inaczej niż w pamięci programu, szesnasty bit adresu zostaje zdekodowany dla pamięci danych. Zapobiega to dwukrotnemu pojawieniu się w mapie pamięci obszaru 32 kB RAM. Druga część pamięci danych (również 32kB) zawiera pewną ilość pozycji. Na początek, jest tam adres zatrasku danych, który służy do wprowadzania danych do systemu. Ponieważ dekodowanie jego adresu ogranicza się do linii A14 i A15, zatrask pojawia się w wielu miejscach mapy pamięci. W pamięci jest poza tym zarezerwowane miejsce dla obsługi wyświetlacza ciekłokrystalicznego, który jest dodatkowym wyposażeniem płyty 535. Przykładowym wyświetlaczem, który może być bezpośrednio użyty, jest Hitachi LM093LN. Wyświetlacz ma jeszcze kilka "lustrzanych" adresów w pamięci. Następny wyższy blok pamięci ma rozmiar 11kB i może być użyty jako dodatkowe wejście/wyjście albo RAM.

Najwyższa część pamięci danych ma rozmiar 16kB i oferuje szereg interesujących zastosowań. Na przykład górna połowa pamięci programu (4000H do 7FFFH) może być użyta jako pamięć danych. W ten sposób staje się możliwe umieszczenie danych (domniemane nastawy, tablice przeglądowe, itp.) w pamięci programu. Możliwość ta jest szczególnie cenna w systemach niedoświadczalnych, gdzie takie dane są stałe, ponieważ są zawarte w EPROM. Pozwala także inicjować systemy bez zewnętrznej pamięci danych, w których do przechowywania danych tymczasowych używa się rejestrów wewnętrznych, a dane stałe znajdują się w pamięci programu pod adresami C000H do FFFFH.

Ponieważ zerowanie sterownika jest używane także do przełączania pomiędzy trybem wykonawczym a trybem emulacji, nie można łączyć wejścia zerującego sterownika z przyciskiem. To samo dotyczy standardowego układu



### Struktura pamięci MCS51

SAB80C535 należy do rodziny mikrosterowników MCS51. Został opracowany przez firmę Intel. Rdzeń i struktura pamięci w całej rodzinie MCS51 w zasadzie są jednakowe, a układy głównie różnią się dodanymi do rdzenia peryferiami.

Sterownik MCS51 ma dwa rodzaje pamięci: pamięć programu i pamięć danych. Sterownik może dokonywać tylko odczytów z pamięci. Zapisywanie nie jest potrzebne, ponieważ jest to zwykle ROM, PROM, lub EPROM. Niektóre układy z rodziny MCS51 mają wewnątrz maskowo programowalną ROM, albo EPROM. Obecność pamięci zewnętrznej jest sygnalizowana poprzez końcówkę EA (external access), sterownik zatem "wie", że pamięć programu jest (częściowo) wewnętrzna lub (całkowicie) zewnętrzna.

Pamięć danych zawsze ma część wewnętrzną, która zawiera także tzw. SFRy (special function registers). SFRy są adresami, których używa się do sterowania układami peryferyjnymi sterownika (porty wejścia/wyjścia, układy czasowe itp.). Część tej pamięci wewnętrznej jest "ukryta" za pewną ilością normalnie dostępnych adresów. Dane zawarte w tych pośrednich rejestrach są dostępne jedynie przez ich zamianę z danymi w rejestrach bezpośrednio dostępnych.

Niezależnie od wewnętrznej pamięci danych i pamięci programu, sterownik może adresować 64kB dodatkowej zewnętrznej pamięci danych. Jest to możliwe za pomocą oddzielnych instrukcji i linii adresowych. Tą zewnętrzną pamięcią danych jest zazwyczaj RAM.

Jeżeli sterownik nie jest wyposażony w pamięć zewnętrzną, normalnie do tego służące wyprowadzenia danych i adresów mogą zostać użyte jako port wejścia/wyjścia.

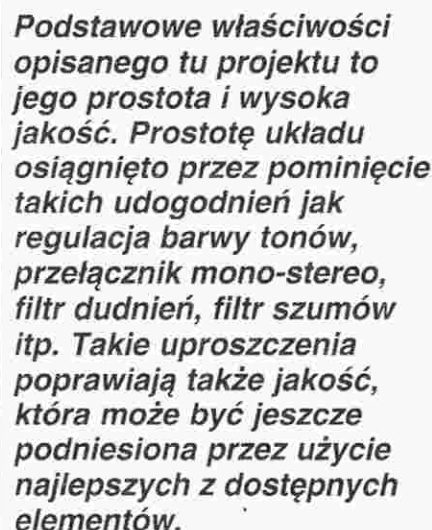
Ponieważ sterownik może jedynie odczytywać dane z pamięci danych, do wpisywania danych do pamięci danych trzeba używać specjalnej procedury inicjalizacyjnej.

Ta wada MCS51 jest szczególnie dokuczliwa gdy chodzi o dane stałe. Trudność tę można pokonać przez uczynienie widzialnym dla sterownika fragmentu pamięci programu jako pamięci danych. Sposób ten został także użyty w układzie sterownika 535 opisanym w tym artykule.

RC, zapewniającego zerowanie w trakcie włączania zasilania. Dla zapewnienia właściwej synchronizacji i koordynacji, oba sygnały zerujące kierowane są poprzez GAL. Zapewnia to automatyczne przełączenie układu w tryb emulacji z chwilą włączenia napięcia zasilającego. Naciśnięcie przycisku zerowania powoduje całkowicie odmienną reakcję GAL. Sterownik też zostaje wyzerowany, ale rozpoczyna wykonywanie programu aplikacyjnego albo - ponownie - programu emulatora.

Przed przejściem do omawiania schematu elektrycznego mikrosterownika, należy powiedzieć jeszcze kilka słów o stosowaniu bitu P4.0 i wejścia Centronics. Bit P0.4 zawiera wyjście z otwartym drenem (z wewnętrznym rezystorem podciągającym) połączone równolegle z wejściem. Pozwala to na stosowanie tego bitu jako portu wejścia/wyjścia, pomimo że jest używany jako wyjście w trybie emulacji.

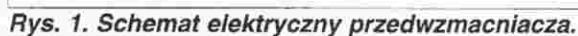
■  
Ciąg dalszy w następnym numerze EE.



Zmiany, jakie w ostatniej dekadzie miały miejsce w świecie audio, znajdują swoje odbicie także w sposobie

projektowania. W przeszłości w technice audio istniał podział na dwa obozy: pierwszy, będący zwolennikiem pełne-

go sterowania częstotliwościami, używania różnorodnych filtrów itd. oraz drugi, który chciał ograniczyć te kontro-





lę do minimum. A dziś? Do czego miałyby służyć wejście 33/78 i filtr dudnień, skoro umierają gramofony? Po co filtr szumów, jeśli dostępne źródła sygnałów ich nie wytwarzają? I co to jest przełącznik mono-stereo? Co więcej, jakość współczesnych źródeł sygnałów sprawia, że regulacja barwy tonów i korektory graficzne stają się zbędne.

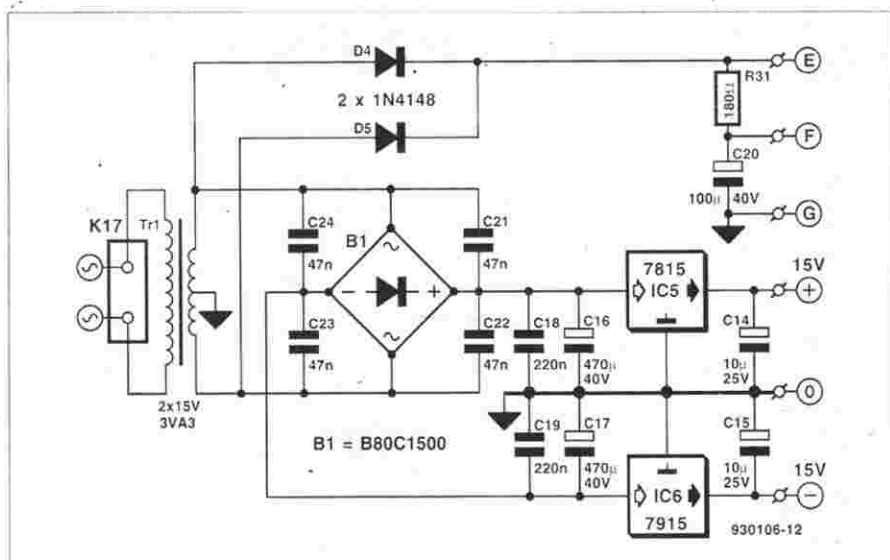
Jeżeli pominiemy te przebrzmiałe udogodnienia, co pozostaje? Tylko funkcje podstawowe: wybór wejścia, sterowanie głośnością, sterowanie balansem i być może dodatkowo oddzielny selektor wyjścia do nagrywania. Funkcje te wymagają stosunkowo niewiele elementów, a to "audio-puryści" zawsze uważają za duży plus, bowiem wszystko to, czego nie ma, nie wprowadza szumów i zniekształceń.

## Opis układu

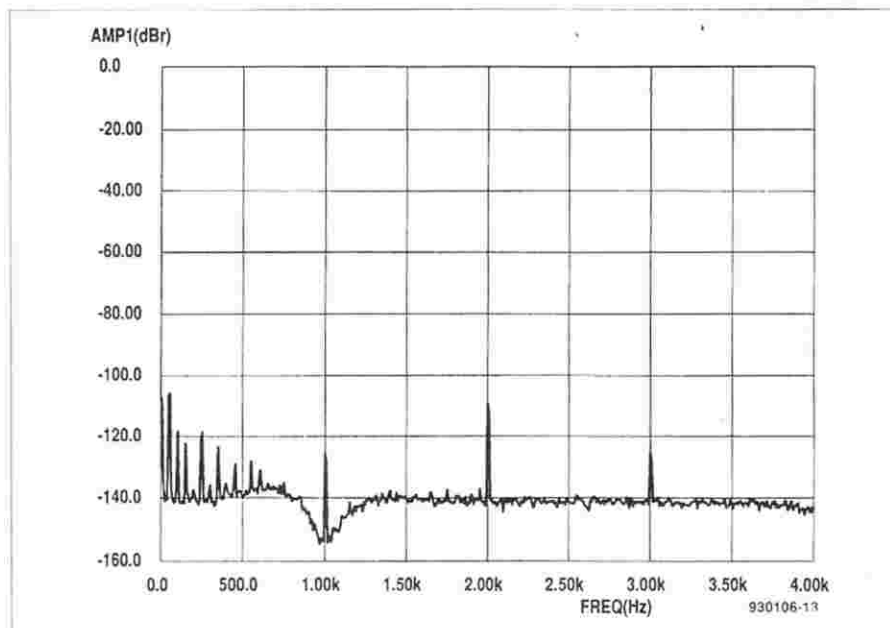
Rysunek 1 pokazuje, że pominięcie wymienionych wcześniej bloków daje w rezultacie dość prosty układ. Sygnały wejściowe wprowadzane są przez gniazda foniczne K1...K12. Każde wejście jest indywidualnie obciążone rezystorem R1...R12. Przełącznik S1 wybiera sygnał wyjściowy do zapisu, który przez rezystory R13 i R14 podawany jest do gniazdek wyjściowych K13 i K14. Przełącznik S2 działa jako standardowy selektor sygnału wejściowego.

Sygnały w punktach A i B przełącznika S2 (odpowiednio dla lewego i prawego kanału) dołączone są do kolejnych rezystorów R15 i R16. Całkowita impedancja wybranego wejścia ma standardową wartość 47kΩ. Następnie sygnały podawane są do stopnia buforującego IC1 i IC2 działającego jako wtórnik napięciowy. Ponieważ wzmacniacz NE5534 nie jest stabilny przy wzmocnieniu jednostkowym, pomiędzy wyprowadzenia 5 i 8 dołączono kondensatory kompensujące C1 i C2. Sygnał z wyjścia bufora podano na wejście wzmacniacza napięciowego IC3 (IC4) poprzez potencjometr balansu P1 i potencjometr wzmocnienia P2. Rezystory R22-R23 (R25-R26) ustalają wzmocnienie układu IC3 (IC4) na 5,5. Zapewnia to, że przy napięciu wejściowym 250mV, pomimo spadku napięcia na potencjometrze balansu, zostanie zachowany nominalny poziom napięcia wyjściowego 1V.

Wyjścia układów IC3 i IC4 dołączone są odpowiednio do gniazd wyjściowych K15 i K16 poprzez styki przekaźnika Re1. Stopień opóźniający T1 umożliwia przełączenie przekaźnika kilka sekund po włączeniu zasilania urządzenia. Zapewnia to odcięcie zakłóceń od wyjść podczas włączania zasilania. Elementy



Rys. 2. Schemat elektryczny zasilacza.



Rys. 3. Charakterystyka współczynnika zawartości harmonicznych pozostała nieco do życzenia.

D3-R30 stanowią wskaźnik włączenia układu.

Zasilacz zbudowano w oparciu o tę samą filozofię co przedwzmacniacz: żadnych skomplikowanych układów, jeśli proste rozwiązania działają wystarczająco dobrze. Układy IC5 i IC6 są typowymi stabilizatorami napięcia. Stopień opóźniający posiada własne zasilanie pobierane poprzez D4, D5, R31 i C20, bezpośrednio ze strony wtórnej transformatora sieciowego.

## Środki poprawiające jakość

Jakość w znacznym stopniu zależy od elementów składowych. Na przykład, istnieje wiele typów wejściowych gniazd audio, lecz najlepsze efekty

można osiągnąć przy pomocy gniazd złoconych. Konieczne są także przełączniki obrotowe wysokiej jakości, lecz takie mogą być trudne do zdobycia. Rodzaj użytych potencjometrów, stosowanych do regulacji balansu i głośności, ma naprawdę bardzo wielki wpływ na jakość wzmacniacza. Aby uzyskać możliwie najlepszy efekt, należy użyć rodzajów o najlepszej jakości, takich jak np. Alps. Kondensatory C3 i C4 powinny być typu MKT, lecz można także zastosować kondensatory typu MKP. Należy jednak zauważyć, że na płytce drukowanej (rys. 4) można umieścić i mniej kosztowne elementy pasywne.

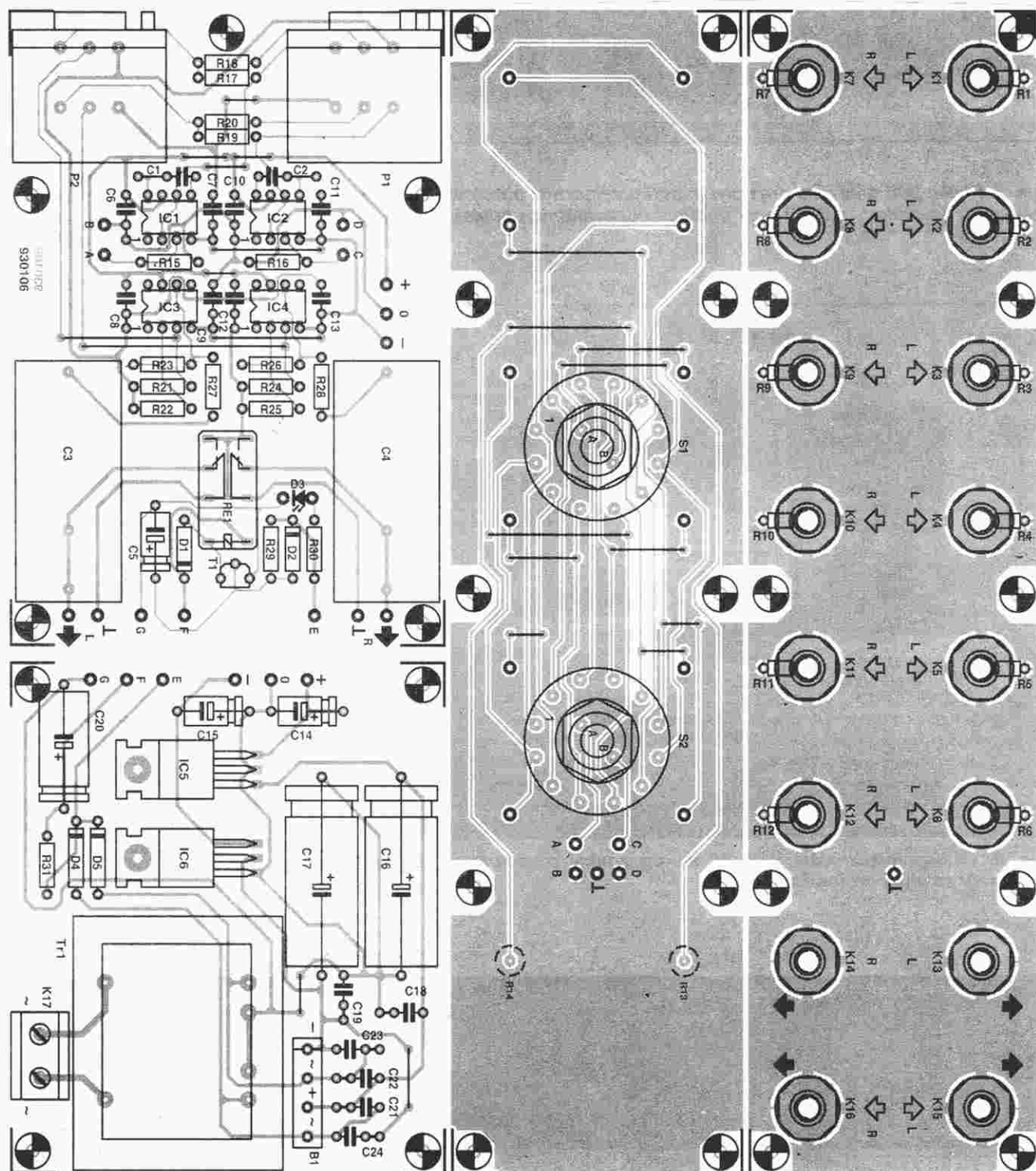
Jak pokazano w wykazie elementów, mamy do dyspozycji szeroki wybór układów scalonych. Nie oznacza to, że użyty w prototypie wzmacniacz

NE5534 nie jest odpowiedni. Istnieją wprawdzie inne, droższe, mogące lepiej spełnić indywidualne wymagania, należy jednak zdawać sobie sprawę, że nie zawsze droższe układy poprawiają jakość dźwięku.

Oczywiście, kryteria wyboru bufora i wzmacniacza są inne. W przypadku bufora podstawowymi parametrami są niski poziom szumów i wysoka impedancja wejściowa, podczas gdy dla wzmacniacza ważne są szerokie pas-

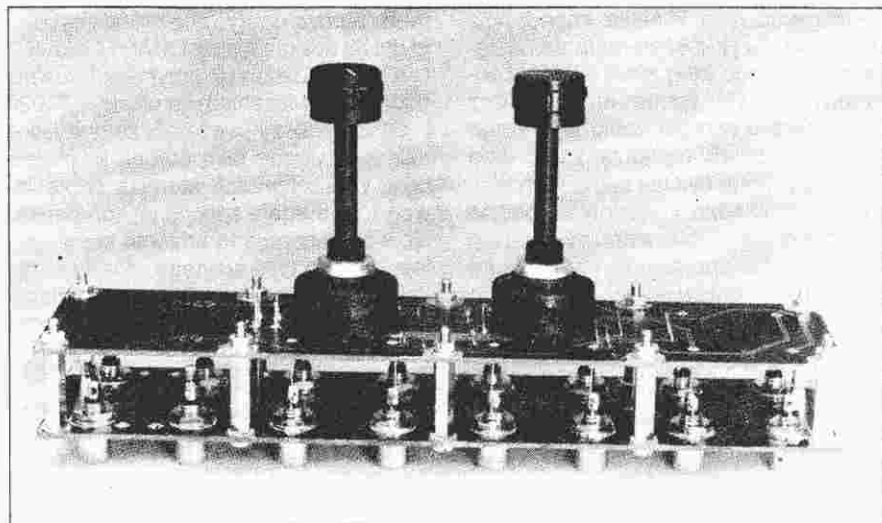
mo przenoszenia i niska impedancja wyjściowa. Szybkość narastania napięcia wyjściowego (ang. slew rate) jest odbiciem jakości wzmacniacza, lecz w przypadku sprzętu audio jego waga nie powinna być wyolbrzymiana: inne parametry mogą być tak samo ważne. Ponieważ niewielu Czytelników będzie w stanie wypróbować wszystkie wzmacniacze operacyjne wymienione w liście elementów, autor zaleca jako IC1 i IC2 układ SSM2131 (OPA627 jest

także bardzo dobry, lecz raczej zbyt drogi dla tej aplikacji) oraz OPA637 jako IC3 i IC4. W ostatnim przypadku równie dobrym rozwiązaniem są układy LT1028 i OP37. Należy pamiętać, że wszystkie układy używane jako bufor, a niestabilne w konfiguracji wtórnika napięciowego, wymagają specjalnej kompensacji. Kompensacja ta zmienia się w zależności od typu użytego układu i nie zawsze jest całkowicie zadowalająca. Kiedy używane układy są stabilne, kon-

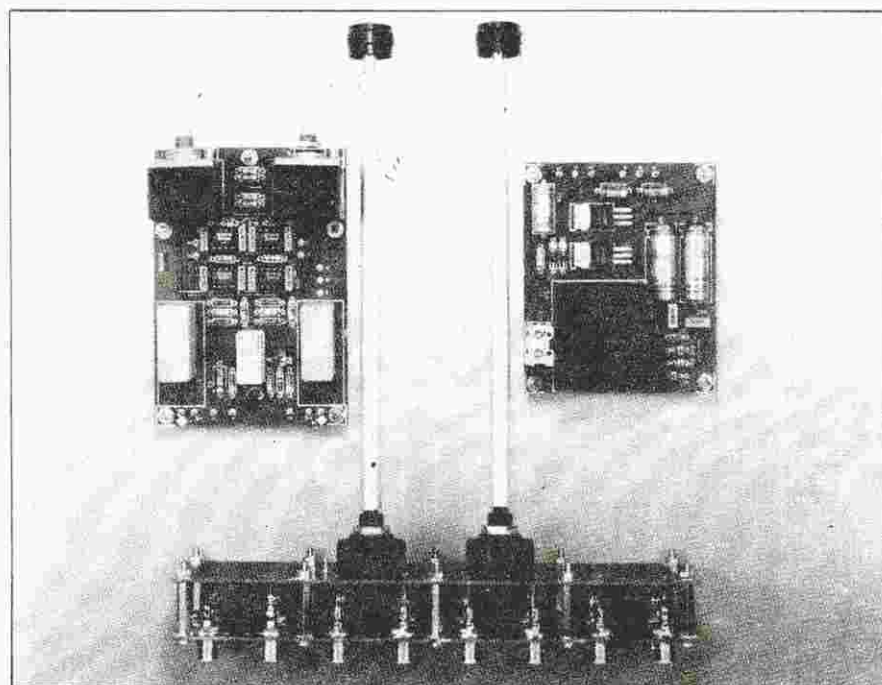


Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytkach drukowanych przedwzmacniacza. Mozaikę ścieżek przedstawiono na wkładce.





Rys. 5. Płytkę pod gniazdka oraz płytkę pod przełączniki obrotowe połączono w tzw. "kanapkę" (pakiet) przy pomocy odpowiednich tulejek dystansowych.



Rys. 6. Ośki przełączników S1 i S2 muszą zostać przedłużone tak, aby wystawały za płytę czołową obudowy.

densatory kompensacyjne C1 i C2 należy pominąć.

## Budowa układu

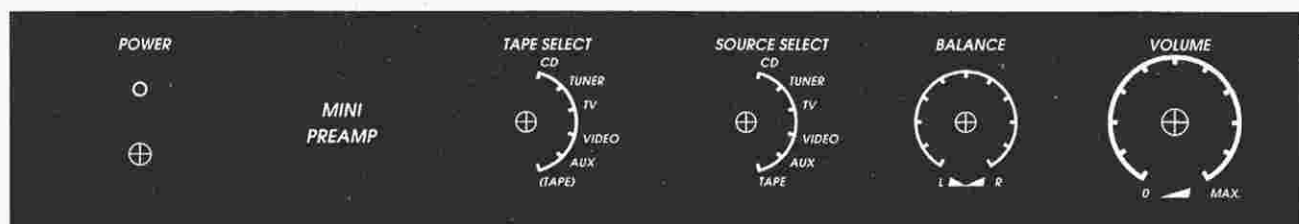
Przed rozpoczęciem montażu układu płytkę drukowaną z rys. 5 należy pociąć lub przepiłować na cztery części wzdłuż wskazanych linii. Obsadzanie czterech płytek elementami nie powinno sprawić trudności. Następnie należy połączyć punkty E, F, G, "-", "0" oraz "+" na płycie zasilacza i wzmacniacza giętkimi przewodami o odpowiedniej długości.

Przy pomocy tulejek dystansowych trzeba połączyć dwie pozostałe płytki tak, jak pokazano na rys. 5, tworząc w ten sposób pakiet, i połączyć je krótkimi nieizolowanymi przewodami. Połączenie pomiędzy płytkami w pobliżu gniazd K13 i K14 wykonywane jest poprzez rezystory R13 i R14. Rezystory R1...R12 lutowane są bezpośrednio do końcówek gniazd. Po wykonaniu pakietu należy połączyć dwoma krótkimi przewodami ekranowanymi punkty A i B oraz C i D z płytką wzmacniacza.

Dwoma ekranowanymi przewodami trzeba połączyć wyjścia wzmacniacza z gniazdami wyjściowymi K15 i K16. Płytki mogą być następnie zamknięte w odpowiedniej obudowie. W wykonaniu modelowej płytki pakietu montowane są na płycie tylnej, a osie przełączników obrotowych wyprowadzone są na płytę czołową, jak na rys. 6. Rysunek 7 przedstawia propozycję projektu maskownicy płyty przedniej, pasującą do wielu typów obudów. Adaptacja jej do konkretnej obudowy nie powinna sprawić kłopotów. Wykaz elementów przedstawiono na str. 13.

## Niektóre parametry wzmacniacza:

- czułość wejściowa: 250mV przy impedancji wejściowej 47kΩ i napięciu wyjściowym 1V przy obciążeniu 100Ω,
- separacja kanałów: 82dB przy 1kHz.
- tłumienie szumów i całkowite zniekształcenia harmoniczne pokazano na rys. 3.



Rys. 7. Proponowana płyta czołowa. Nie zachowano skali.

## WYKAZ ELEMENTÓW

## Rezystory

R1...R12, R15, R16: 100kΩ  
 R13, R14: 1kΩ  
 R17, R19, R30: 2,2kΩ  
 R18, R20: 680Ω  
 R21, R24: 270kΩ  
 R22, R25: 221Ω/1%  
 R23, R26: 1kΩ/1%  
 R27, R28: 100Ω  
 R29: 6,8MΩ  
 R31: 180Ω  
 P1: 10kΩ, potencjometr liniowy, stereo  
 P2: 10kΩ, potencjometr logarytmiczny, stereo

## Kondensatory

C1, C2: 22pF

C3, C4: 10μF MKT  
 C5: 4,7μF/63V  
 C6-C13: 100nF  
 C14, C15: 10μF/25V  
 C16, C17: 470μF/40V  
 C18, C19: 220nF  
 C20: 100μF/40V  
 C21-C24: 47nF, ceramiczny

## Półprzewodniki

D1, D2: 1N4148  
 D3: LED 3mm  
 D4, D5: 1N4003  
 B1: B80C1500  
 T1: BC517  
 IC1-IC4 (patrz tekst): NE5534 (bipolarny), SSM2131 (FET), SSM2134 (bipolarny), OP27 (bipolarny), OP37 (bipolarny), OPA627 (FET), OPA637 (FET), LT1028 (bipolarny), LT1115 (bipolarny), TLE2027 (bipolarny), TLE2037

(bipolarny), AD743 (FET), AD745 (FET), LT1007 (bipolarny), LT1037 (bipolarny), LM627 (bipolarny), LM637 (bipolarny)  
 IC5: 7815  
 IC6: 7915

## Różne

K1...K16: gniazdo audio do druku  
 K17: podwójny zacisk śrubowy  
 S1, S2: 2-biegunowy, 6-pozycyjny przełącznik obrotowy do druku  
 Re1: 12 V przełącznik miniaturowy z 1 parą styków, do druku  
 Tr1: transformator sieciowy, napięcie wtórne 2x15V, 3,3VA  
 obudowa  
 gniazdo sieciowe do druku  
 wyłącznik sieciowy  
 płytką drukowaną kod 930106



## Obudowy do urządzeń elektronicznych

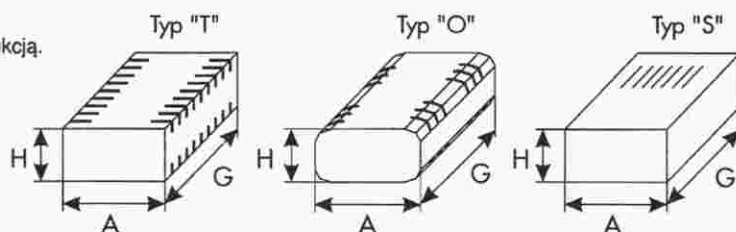
Otwory wykonane w pokrywie dolnej i górnej zapewniają bardzo dobrą wentylację urządzenia.

Obudowy odznaczają się elegancją i funkcjonalną konstrukcją.

## Wypożyczenie:

- nóżki gumowe (lub PCV) - 4 sztuki;
- przełotki do wprowadzenia przewodu zasilającego - 1 sztuka;
- gniazdo bezpiecznika - 1 sztuka.

Polecamy trzy typy obudów: typ "T", typ "O", typ "S".



Typszereg obudów (ceny z podatkiem VAT)

TYP	A mm	H mm	G mm	Cena zł	TYP	A mm	H mm	G mm	Cena zł	TYP	A mm	H mm	G mm	Cena zł
T 11	100	40	140	55.000	T 62	180	50	160	86.000	O 11	110	54	132	58.000
T 12	100	50	140	56.000	T 63	180	65	160	88.000	O 12	135	54	132	65.000
T 13	100	65	140	58.000	T 64	180	80	160	90.000	O 13	150	54	132	70.000
T 21	120	40	140	58.000	T 65	180	100	160	92.000	O 21	130	65	132	78.000
T 22	120	50	140	60.000	T 66	180	40	190	88.000	O 22	150	65	132	82.000
T 23	120	60	140	65.000	T 67	180	50	190	90.000	O 23	170	65	132	84.000
T 25	120	40	160	66.000	T 68	180	65	190	92.000					
T 26	120	50	160	67.000	T 69	180	80	190	95.000	S 11	120	54	150	66.000
T 27	120	65	160	69.000	T 70	180	100	190	97.000	S 12	120	65	150	68.000
T 28	120	80	160	70.000	T 71	180	50	240	94.000	S 13	120	85	150	70.000
T 31	140	40	140	72.000	T 72	180	65	240	96.000	S 14	120	105	150	73.000
T 32	140	50	140	76.000	T 73	180	80	240	98.000	S 15	120	115	150	75.000
T 33	140	65	140	82.000	T 74	180	100	240	102.000	S 21	120	54	172	78.000
T 34	140	80	140	83.000	T 81	220	50	160	98.000	S 22	120	65	172	80.000
T 35	140	40	160	84.000	T 82	220	65	160	102.000	S 23	120	85	172	82.000
T 36	140	50	160	85.000	T 83	220	80	160	107.000	S 24	120	105	172	84.000
T 37	140	65	160	82.000	T 84	220	100	160	110.000	S 25	120	115	172	86.000
T 38	140	80	160	84.000	T 85	220	50	190	106.000	S 31	170	54	172	75.000
T 41	140	40	190	82.000	T 86	220	65	190	110.000	S 32	170	65	172	77.000
T 42	140	50	190	83.000	T 87	220	80	190	112.000	S 33	170	85	172	79.000
T 43	140	65	190	85.000	T 88	220	100	190	115.000	S 34	170	105	172	83.000
T 44	140	80	190	86.000	T 89	220	120	190	120.000	S 35	170	115	172	86.000
T 45	140	100	190	88.000	T 91	220	65	240	115.000	S 36	170	54	215	85.000
T 51	160	40	160	80.000	T 92	220	80	240	120.000	S 37	170	65	215	87.000
T 52	160	50	160	84.000	T 93	220	100	240	124.000	S 38	170	85	215	92.000
T 53	160	65	160	85.000	T 94	220	120	240	128.000	S 39	170	105	215	95.000
T 54	160	80	160	88.000	T 301	300	65	190	165.000	S 41	230	85	172	108.000
T 55	160	100	160	90.000	T 302	300	80	190	170.000	S 42	230	105	172	112.000
T 56	160	50	190	84.000	T 303	300	100	190	180.000	S 43	230	115	172	117.000
T 57	160	65	190	86.000	T 305	300	65	240	180.000	S 51	230	85	215	116.000
T 58	160	80	190	90.000	T 306	300	80	240	188.000	S 52	230	105	215	122.000
T 59	160	100	190	92.000	T 307	300	100	240	195.000	S 53	230	115	215	128.000
T 61	180	40	160	84.000										

**UWAGA:** Obudowy typu "T" są oferowane również w wersji profesjonalnej (T+) w cenie wyższej o 20% (w zamówieniu należy podać np. "T 31 +")

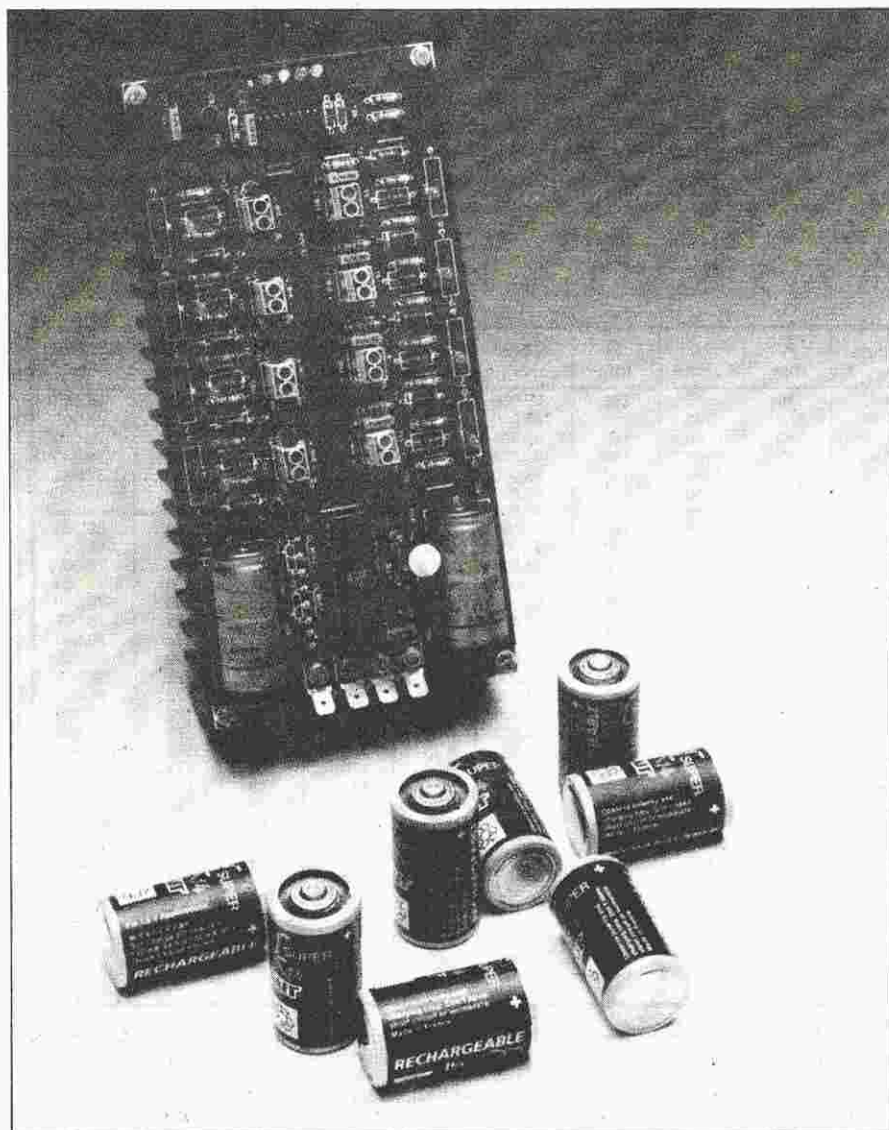
Obudowy są sprzedawane w sklepie firmowym AVT - Warszawa, ul. Prosta 69 oraz wysyłane za pobraniem pocztowym. Koszty opakowania i spedycji przesyłki wynoszą 10% wartości przesyłki (25.000 zł dla przesyłek o wartości mniejszej niż 250.000 zł)



# ŁADOWARKA OGNIW NIKLOWO-KADMOWYCH Z MIKROKONTROLEREM

## Podstawowe dane techniczne

- równoczesne ładowanie do ośmiu ogniw NiCd (1,2V),
- w razie potrzeby ogniwa są indywidualnie rozładowywane,
- monitorowanie napięcia poszczególnych ogniw,
- regulowany prąd ładowania: 0...200mA, 0...1A, albo 0...100mA, 500mA,
- nastawialna pojemność ogniw: 0...10Ah, 0...5Ah, albo 0...2,5Ah,
- podładowywanie prądem 1/20 nominalnego prądu ładowania,
- wskaźnik ładowania (LED) każdego ogniwa,
- czterodiodowy (LED) wskaźnik stanu ładowarki,
- sterowanie mikrosterownikiem,
- nie wymaga regulacji.



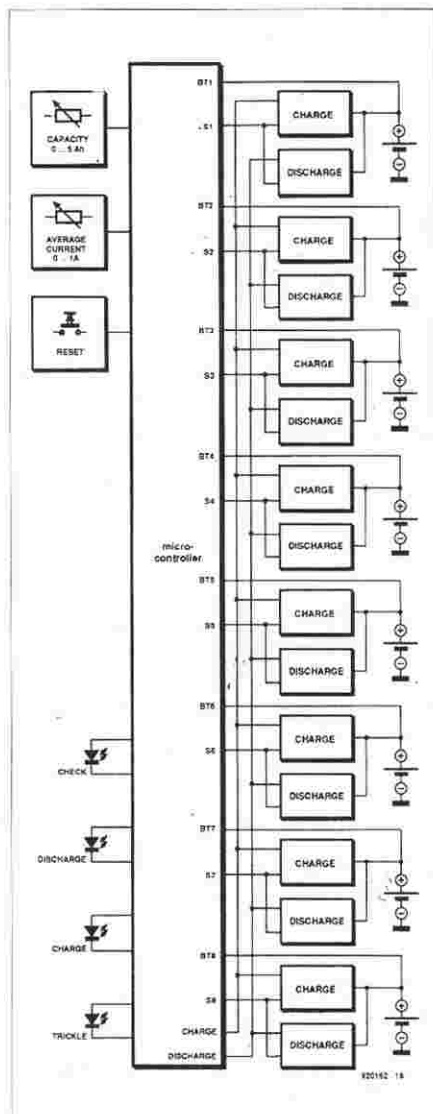
*Za pomocą tej ładowarki można równocześnie ładować do ośmiu ogniw niklowo-kadmowych (NiCd). Wszystkie niezbędne tranzystory mocy są przymocowane do jednego dużego radiatora, do którego także mocuje się płytkę drukowaną. Oszczędza się w ten sposób 84 połączeń.*

A. Rietjens

Istnieje wiele metod ładowania ogniw kadmowo-niklowych, ale metoda użyta w tym przyrządzie przypuszczalnie jest najlepsza. Proces rozpoczyna się od rozładowania ogniw, następnie są one ładowane przez odpowiedni czas, po czym powolnie podładowywane. Jest wiele ładowarek działających na tej zasadzie, ale trudno znaleźć taką jak ta, wyposażoną w możliwość nastawiania w sposób ciągły, w szerokim zakresie, pojemności ogniw oraz prądu ich ładowania, pozwalającą na ładowanie ogniw różnych wielkości. Trzeba jednak zaznaczyć, że równocześnie można ładować tylko ogniwa o takiej samej pojemności nominalnej. Godnym uwagi jest także fakt, że ustalony średni prąd ładowania składa się z impulsów prądu o maksymalnym natężeniu. Zapewnia to dobrą wydajność procesu ładowania, a stosowanie rozładowania przeciwdziała tak zwanemu efektowi pamięci. Oprócz sterowania ładowaniem ładowarka także monitoruje ten proces i zatrzymuje ładowanie, gdy napięcie ogniwa osiągnie zbyt dużą wartość.

## 8 + 1 = 8

Schemat blokowy ładowarki ogniw NiCd sterowanej mikrosterownikiem jest przedstawiony na *rys. 1*. Układ składa się z ośmiu układów ładowania i mikrosterownika. Każdy układ ładowania, składający się z obwodu ładu-



Rys. 1. Schemat blokowy ładowarki ogniw NiCd sterowanej mikrosterownikiem.

jącego i obwodu rozładowującego, obsługuje jedno ogniwo NiCd o napięciu 1,2V. Sterownik rozpoznaje, czy ogniwo jest przyłączone, czy nie. Jeśli jest, to za pośrednictwem wejść analogowych BT1-BT8 i wewnętrznego przetwornika analogowo-cyfrowego, sprawdza jego stan. Jeżeli wykryte ogniwo wymaga rozładowania, odpowiedni obwód rozładowywania zostaje uruchomiony za pośrednictwem właściwego spośród wyjść S1-S8. W chwili gdy ogniwo dostatecznie się rozładuje, jego obwód rozładowujący zostaje wyłączony. Gdy wszystkie ogniwa są już rozładowane, ładowarka zostaje przełączona na ładowanie.

Wymagany prąd ładowania i pojemność ogniwa należy uprzednio nastawić za pomocą dwóch potencjometrów. Nastawy potencjometrów, tak jak napięcie ogniwa, są odczytywane przez wewnętrzny przetwornik A/C mikrosterownika. Przycisk kasujący przyrządu

służy do zasygnalizowania, że nowy komplet ogniw został zainstalowany i że należy rozpocząć ładowanie. Zespół czterech LED informuje jaki jest stan ładowarki. Po wyzerowaniu sterownik rozpoczyna działanie od kontroli wszystkich ośmiu stanowisk, sprawdzając obecność ogniwa. Jeżeli są, następną czynnością jest kontrola stopnia ich rozładowania. W trakcie tej czynności świeci LED KONTROLA. Jeżeli znajdują się ogniwa, które powinny zostać rozładowane, świeci LED ROZŁADOWANIE. Inna LED, oznaczona ŁADOWANIE świeci w czasie ładowania wszystkich ogniw. Na koniec, LED DOŁADOWYWANIE sygnalizuje, że ogniwa są "podtrzymywane" małym prądem.

## Prąd ładowania/rozładowania i napięcie ogniwa

Ani prąd ładowania, ani prąd rozładowania, nie płynie w sposób nieprzerwany. Źródła prądowe dostarczają prądu o ustalonym natężeniu i jedynym sposobem jego regulacji jest przekształcenie go w ciąg impulsów o zmiennym czasie trwania. W tym celu mikrosterownik wysyła linią "ładowanie" lub "rozładowanie" impulsy sterujące o odpowiedniej długości. Regulowanie natężenia prądu nie jest jedynym uzasadnieniem stosowania impulsów. Przerwy pomiędzy nimi umożliwiają mikrosterownikowi dokonywanie pomiarów napięcia ogniw. W czasie pomiaru nie płynie żaden prąd, zatem pomiar nie jest zakłócany spadkami napięcia na przewodach i stykach. Jeden pełny cykl, na który składa się impuls prądowy i pomiar napięcia, trwa 2,5s.

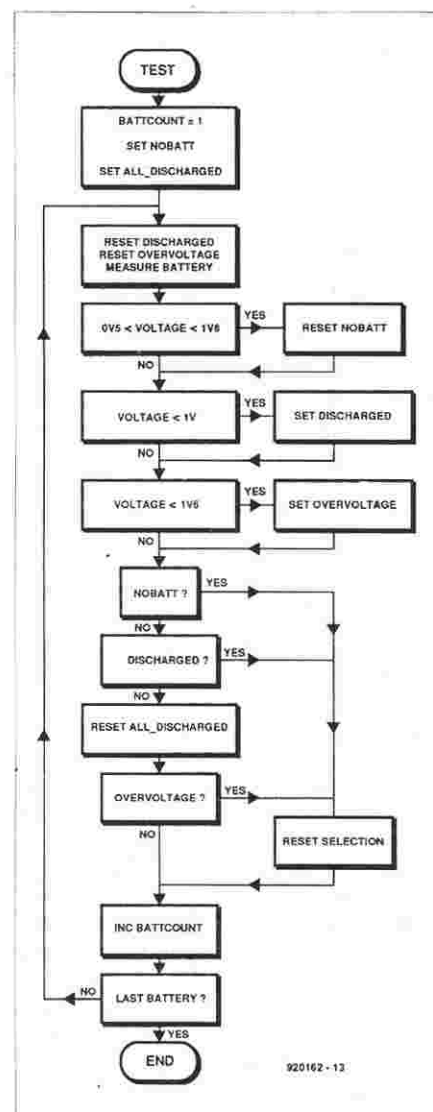
Poszczególne etapy, na które można podzielić procedurę kontrolną, przedstawia wykres na rys. 2. Za każdym razem, gdy jest przywoływany podprogram, na każdym stanowisku są mierzone napięcia, niezależnie od tego czy jest w nim ogniwo, czy nie. Zmienna BATTCOUNT wykazuje liczbę stanowisk, których napięcia zostały zmierzone. Stan każdego z nich jest rejestrowany za pomocą pięciu zmiennych. Do opisu stanu stanowiska zostały przyjęte trzy zakresy napięciowe. Jeśli napięcie wynosi od 0,5V do 1,8V, mikrosterownik przyjmuje, że jest przyłączone ogniwo, a jeżeli 0,5V do 1,0V, że jest to ogniwo rozładowane. Napięcie wyższe od 1,6V uznane zostaje za zbyt wysokie.

Po wykonaniu tych trzech pomiarów następuje ocena wyniku. Z logicznego punktu widzenia ta część diagramu jest niekompletna. Nie są pokazane małe różnice w oszacowaniu poziomu nała-

dowania, zależne od stanu ładowarki (kontrola, rozładowanie, ładowanie czy podładowywanie). Nie jest na przykład potrzebne sprawdzanie w czasie ładowania, czy ogniwa nie są rozładowane, ponieważ już zostało to dokonane. Po sprawdzeniu stanu ogniwa na jednym stanowisku, program przechodzi do następnego, aż wszystkie zostaną sprawdzone. Dopiero wtedy zaczyna się następny cykl ładowania, uwzględniający indywidualne wyniki kontroli poszczególnych ogniw.

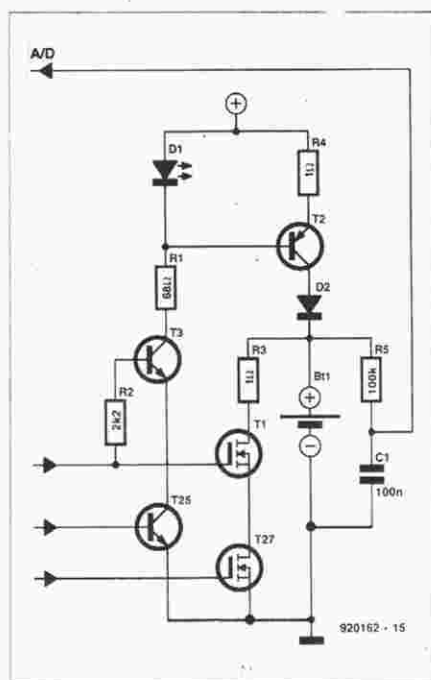
## 16 źródeł prądu i jeden mikrosterownik

Przed omówieniem kompletnego schematu trzeba przedstawić działanie jednego z układów ładowania/rozładowania, pokazanego na rys. 3. Transzystory T25 i T27 są wspólne dla wszystkich ośmiu układów ładowania/rozładowa-



Rys. 2. Stan każdego z ogniw jest ciągle sprawdzany w całym czasie ładowania.





Rys. 3. Schemat podstawowego układu ładowania/rozładowania. W ładowarce jest ich osiem.

nia i służą do przełączania tych dwóch funkcji, natomiast każdy z tych układów jest indywidualnie włączany i wyłączany sygnałem z jednego z wyjść S1-S8 mikrosterownika. Napięcie ogniwa jest mierzone przez mikrosterownik poprzez filtr R5-C1. Rozładowanie jest wtedy dokonywane, gdy linie ROZŁADOWANIE i wyjście Sx są równocześnie w stanie wysokim. Prąd rozładowujący płynie wtedy przez rezystor R3 (który ogranicza go do 1A) i przez MOSFETy T1 i T27.

Gdy linie ŁADOWANIE i wyjście Sx są w stanie wysokim, zostaje włączone źródło prądowe D1-T2-R4, dostarczające prądu do ogniwa. LED D1 ma dwa zadania. Tworzy napięcie odniesienia dla tranzystora prądowego T2 oraz sygnalizuje ładowanie swojego ogniwa czerwonym pulsującym światłem. Jeżeli odjąć napięcie baza-emiter tranzystora T1 od spadku napięcia 1,6V na tej diodzie, na rezystor R4 przypadnie 1V, do ogniwa płynie więc prąd 1A. Dioda D2 chroni T2 przed zbyt dużym napięciem. Ponieważ D1 generuje napięcie odniesienia, musi to być LED czerwona (napięcia na LED różnych kolorów są różne). Z tego samego powodu nie może to być również dioda wysokiej intensywności.

Jak już wspomniano, ogniwo jest ładowane impulsami prądu co 2,5s., co jest sygnalizowane światłem błyskającym z tą częstotliwością. Jeżeli dioda nie błyska albo błyska nieregularnie, oznacza to, że coś nie jest w porządku z ogniwem. Nie należy mylić błysków nieregularnych z powolnym błyska-

			R4, R9, R14, R19, R24, R29, R34, R39	
			1Ω	2Ω
Pojemność	P1	JP1 rozarty	0...5Ah	0...2,5Ah
Pojemność	P1	JP1 zwarty	0...10Ah	0...5Ah
Prąd ładowania	P2	S1 zwarty	0...1A	0...500mA
Prąd ładowania	P2	S1 rozarty	0...200mA	0...100mA

Tab. 1. Wybór zakresów.

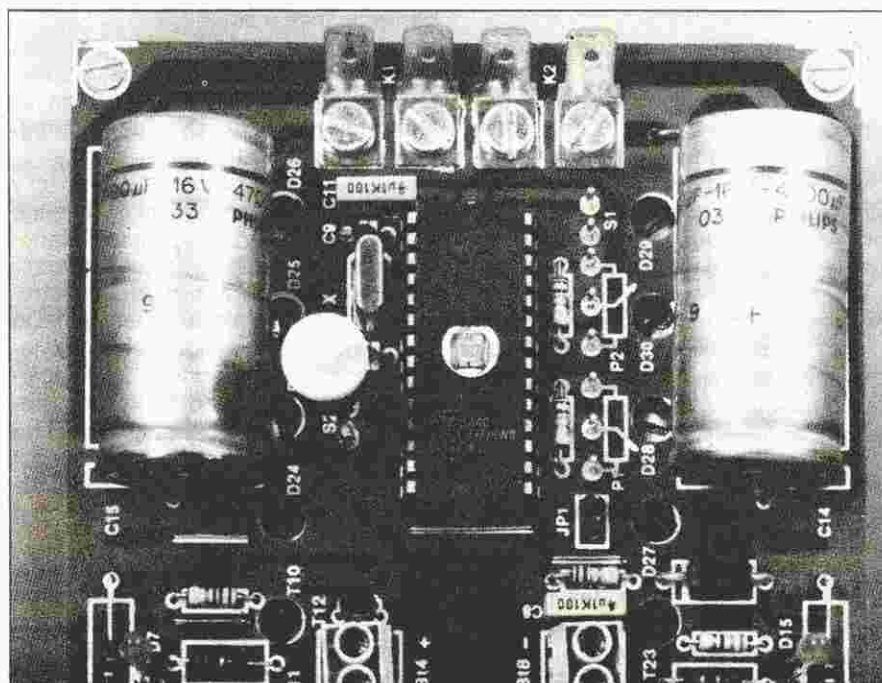
niem co 50s, oznaczającym podładowywanie.

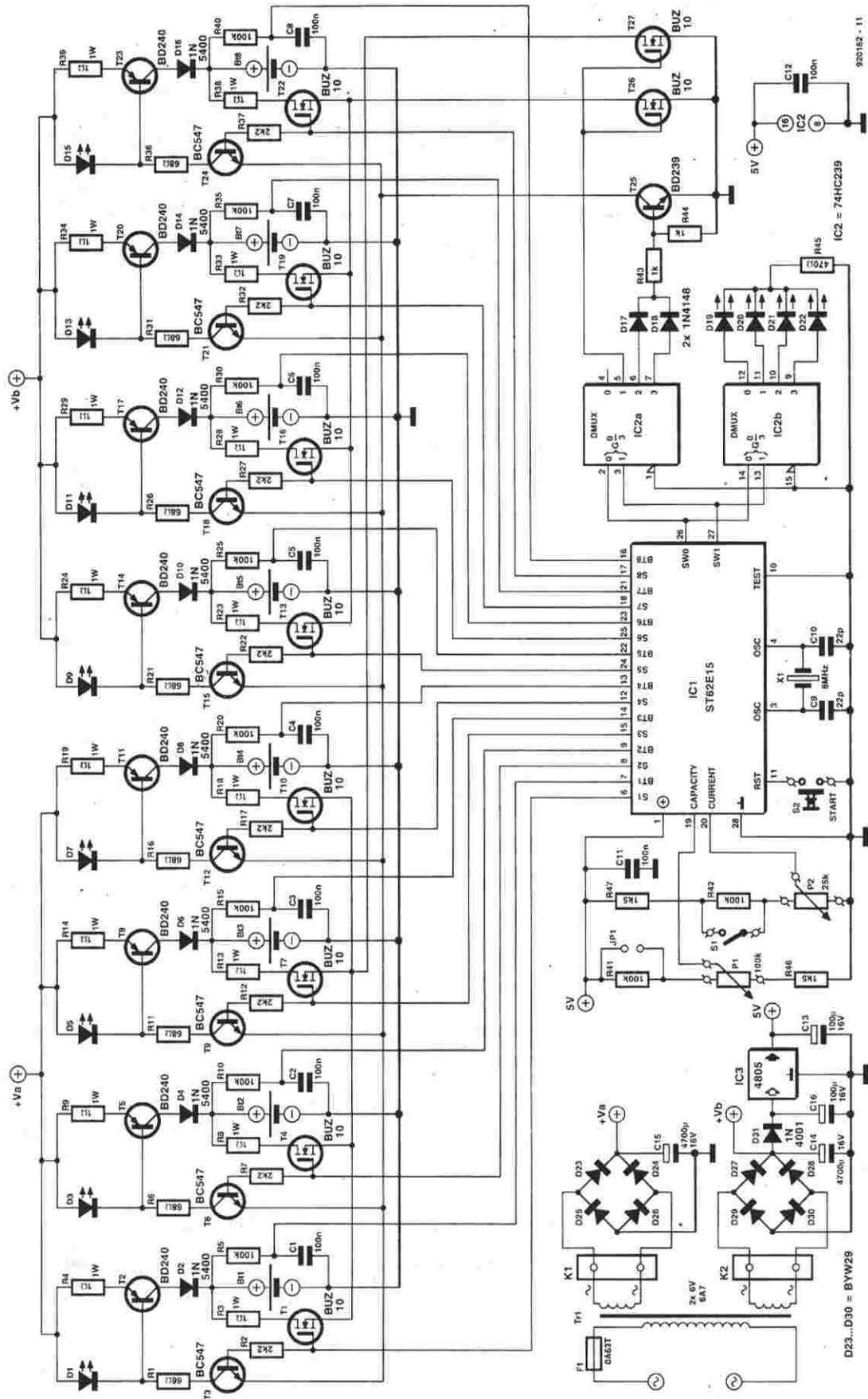
Kompletny schemat ładowarki przedstawia rys. 4. Sterownik IC1 jest jednym z serii przedstawionej w 1. Ośmiem układów ładowania dzieli się na dwie, oddzielnie zasilane grupy po cztery. W ten sposób maksymalne obciążenie obwodu ładowania/rozładowania wynosi 4A i łatwiej nim operować niż obciążeniem 8A, gdyby wszystkie układy były zasilane z jednego zasilacza. Podział ten dotyczy także rozładowujących MOSFETów T26 i T27, z których każdy obsługuje jedną grupę, przejmując więc połowę maksymalnego prądu rozładowania. Podział na dwie grupy okazał się również korzystny dla rysunku płytki drukowanej, umożliwiając skrócenie wysokoprądowych ścieżek zasilających. Prąd w T25 nie jest tak duży i tranzystor ten może bez trudu obsłużyć osiem LED układów ładowania.

Mikrosterownik ma ograniczoną liczbę wejść i wyjść, dlatego cztery tryby działania ładowarki (KONTROLA, ROZŁADOWANIE, ŁADOWANIE i PODŁADOWYWANIE) są sterowane

z dwóch tylko wyjść. Te dwa bity sterowania są dekodowane przez demultipleksery IC2a i IC2b. Ten ostatniysterowuje LEDy D19 (KONTROLA), D20 (ROZŁADOWANIE), D21 (ŁADOWANIE) i D22 (PODŁADOWYWANIE), sygnalizujące stan ładowarki. IC2a dekoduje dwa bity sterujące tranzystorami T25, T26 i T27. W trybie KONTROLA wszystkie te tranzystory są zatkane, pozwalając mikrosterownikowi mierzyć napięcie ogniwa (jak już wspomniano, nie płynie wtedy żaden prąd). W trybie ROZŁADOWANIE włączone są T26 i T27, natomiast T25 jest włączony w trybie ŁADOWANIE i PODŁADOWYWANIE. Pulsowanie prądu uzyskuje się przez włączanie trybu KONTROLA przemennie z trybem ROZŁADOWANIE, ŁADOWANIE, lub PODŁADOWYWANIE.

Parametry ładowania ustawia się za pomocą P1 i P2 (zakresy zestawione są w tabeli 1). Za pomocą P1 dobiera się pojemność ogniwa, a raczej energię (w Ah) do niego doprowadzaną. Oznacza to, że ładowarka nie kompensuje wydajności procesu ładowania. Na szczęście nie stanowi to problemu, po-





Rys. 4. Schemat ładowarki. Większość elementów dyskretnych wchodzi w skład układów ładowania/rozładowania. IC1 zawiera kompletny komputer z RAM, ROM i przetwornikiem A/C.



nieważ wydajność ta jest duża ze względu na duży prąd ładowania. W praktyce, po nastawieniu nominalnej pojemności ogniwa osiąga się prawie całkowite naładowanie. W razie zauważenia niepełnego naładowania, można następnym razem nastawić P1 nieco większą pojemność, jednak nie więcej niż 1,4 nominalnej pojemności. Za pomocą P2 dobiera się średni prąd ładowania.

Może wydawać się dziwnym, że układ nawet do najmniejszego ogniwa zawsze kieruje impulsy prądu o natężeniu 1A, jednak wystarczy zgodność wartości średniej prądu z wymaganiami ogniwa. Impuls prądowy wywołuje wzrost ciśnienia w ogniwie, spowodowany wydzielaniem się pęcherzyków gazu, zanikających następnie powoli w wyniku reakcji chemicznej. Następująca po każdym impulsie przerwa ułatwia redukcję gazu i ogranicza to ciśnienie.

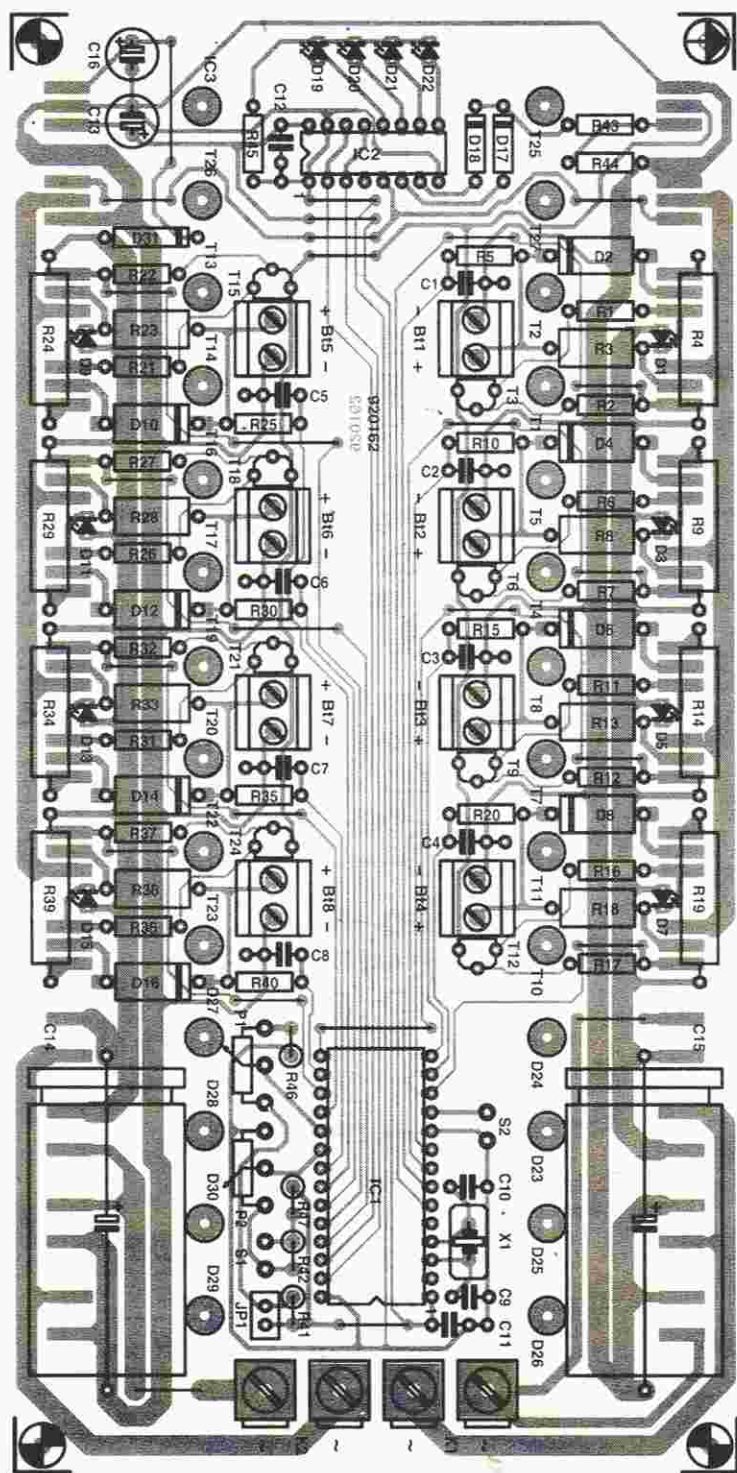
Jeżeli często używa się małych ogniw, a prąd ładowania 1A wydaje się za duży, można zmienić oporność rezystora R4, oraz jego odpowiedników w pozostałych układach, z 1Ω na 2Ω, obniżając prąd ładowania z 1A do 0,5A (zob. tabela 1).

Energia wprowadzana do ogniwa jest nastawiana za pomocą P1, łatwo więc obliczyć czas ładowania, dzieląc nastawioną energię przez nastawiony prąd. Jedynie wtedy, gdy nastawiony prąd ładowania jest maksymalny lub prawie maksymalny, należy nieco przedłużyć czas ładowania, aby skompensować czas tracony przez mikrosterownik na kontrolę stanu ogniwa.

Zasilacz musi dostarczać niemałej mocy, jest to w końcu ładowarka ogniw NiCd. Transformator sieciowy musi więc być duży i mieć dwa oddzielne uzwojenia wtórne 6V, każde na 6...7A. Zasilacz został bowiem również podzielony na dwie części, aby utrzymać w rozsądnych granicach prądy maksymalne. Obciążenie diod prostowniczych jest znaczne i trzeba je umieścić na radiatorze razem z tranzystorami mocy, dlatego zastosowano diody w obudowie TO-220. Poza tym zasilacz jest prosty: prostownik Graetza, kondensator wygładzający i stabilizator 5V, IC3, do zasilania IC1 i IC2. Zastosowano stabilizator o małym spadku napięcia ze względu na wymagane niskie napięcie zasilania, konieczne do utrzymania niskich strat w układach ładowania.

## Montaż

Mozaika ścieżek płytki drukowanej jest przedstawiona na wkładce, zaś rozmieszczenie elementów - na rys. 5. Płytkę tę jest dostosowana do bezpośrednie-



Rys. 5. Płytkę drukowaną jest dopasowaną do radiatora SK47/100/SA. Kserokopię schematu rozmieszczenia elementów należy użyć jako szablonu do wyznaczenia otworów mocujących półprzewodniki mocy.

go montażu na radiatorze. Tranzystory mocy mieszczą się pomiędzy radiatorem i płytkami.

Najpierw należy zmontować podzespoły mieszczące się na płytce, z wyłączeniem tranzystorów i diod w obudowach TO-220, zaczynając od 26 zworek z drutu. Dwie zworki w pobli-

żu K2 i C15 trzeba wykonać z grubszego drutu, przewodzą one bowiem całkowite prądy zasilaczy. Od strony miedzi pomiędzy wyprowadzeniami 1 (+5V) i 5 (NMI) IC1 należy przylutować rezystor 10kΩ. Pomimo, że ten rezystor rozruchowy nie jest w zasadzie potrzebny, niektóre z prototypów bez



## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

R1, R6, R11, R16, R21, R26, R31, R36: 68Ω  
 R2, R7, R12, R17, R22, R27, R32, R37: 2,2kΩ  
 R3, R4, R8, R9, R13, R14, R18, R19, R23, R24, R28, R29, R33, R34, R38, R39: 1Ω, 1W  
 R5, R10, R15, R20, R25, R30, R35, R40, R41, R42: 100kΩ  
 R43, R44: 1kΩ  
 R45: 470Ω  
 R46, R47: 1,5kΩ  
 P1: 100kΩ, potencjometr liniowy  
 P2: 25kΩ, potencjometr liniowy

### Kondensatory

C1-C8, C11, C12: 100nF  
 C9, C10: 22pF  
 C14, C15: 4700μF, 16V  
 C13, C16: 100μF, 16V

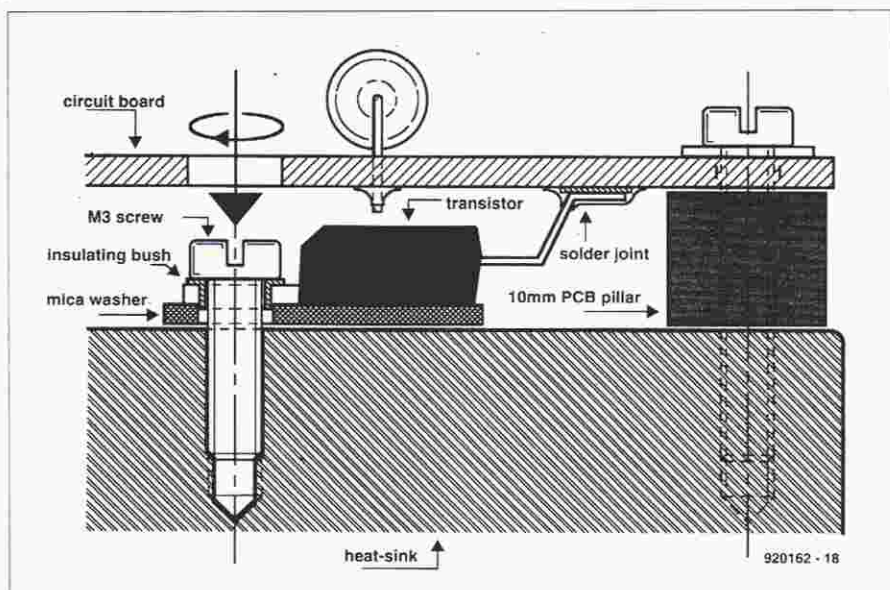
### Półprzewodniki

D1, D3, D5, D7, D9, D11, D13, D15, D19, D21: czerwone LED, φ 3mm  
 D2, D4, D6, D8, D10, D12, D14, D16: 1N5400  
 D17, D18: 1N4148  
 D20: żółta LED, φ 3mm  
 D22: zielona LED, φ 3mm  
 D23-D30: BYW29  
 D31: 1N4001  
 T1, T4, T7, T10, T13, T16, T19, T22, T26, T27: BUZ10  
 T2, T5, T8, T11, T14, T17, T20, T23: BD240  
 T3, T6, T9, T12, T15, T18, T21, T24: BC547B  
 T25: BD239  
 IC1: ST62E15 mikrosterownik dostarczany w stanie zaprogramowanym, kod 7071\*  
 IC2: 74HC239  
 IC3: 4805

### Różne

Bt1-Bt8: Zaciski śrubowe, dwukontaktowe, do płytek drukowanych  
 F1: Bezpiecznik 630mA, powolny  
 JP1: zwornik dwustykowy  
 K1, K2: końcówki nożowe typu samochodowego  
 S1: przełącznik SPST  
 S2: przycisk zwierający  
 Tr1: transformator sieciowy 2 x 6V/6-7A  
 X1: kwarc 8MHz  
 wejściowe gniazdko sieciowe z wyłącznikiem i gniazdem bezpiecznika  
 radiator SK47/100/SA (Fischer), 200x100x40mm  
 płytka drukowana ze sterownikiem IC1, kod 920162

\* wchodzi w skład zestawu 920162



**Rys. 6. Ilustracja sposobu montażu półprzewodników mocy pomiędzy płytką drukowaną a radiatorem.**

niego poprawnie nie działały. Przed dalszym montażem trzeba bardzo starannie sprawdzić połączenia, bowiem później usuwanie błędów będzie znacznie trudniejsze.

Przed montażem trzeba wywiercić i nagwintować otwory w radiatorze. Jako szablonu do punktowania otworów można użyć kserokopii rysunku rozmieszczenia elementów, upewniwszy się najpierw, że została wykonana dokładnie w skali 1:1. Wszystkich otworów jest 32: cztery mocujące i 28 dla tranzystorów mocy, diod prostowniczych i stabilizatora. Otwory powinny mieć wymiary φ 2,5mm x 15mm; grad po wierceniu elementów starannie usunąć, bo obudowy półprzewodników powinny dobrze przylegać do radiatora, aby ciepło było dobrze odprowadzane. W otworach należy następnie wykonać gwint M3 na głębokość około 10mm.

**Rysunek 6** pokazuje montaż półprzewodników mocy pomiędzy radiatorem i płytką drukowaną. Należy zacząć od wygięcia ich wyprowadzeń w pokazany kształt i przykręcić je następnie do radiatora, stosując 10mm wkręty, izolatory i pastę przewodzącą ciepło. Po upewnieniu się, że każdy z podzespołów znajduje się we właściwym miejscu, trzeba sprawdzić czy nie ma zwarców wyprowadzeń do radiatora. Teraz należy umieścić na miejscu płytkę drukowaną, tak aby wyprowadzenia podzespołów dotykały do odpowiednich punktów ścieżek. W razie potrzeby trzeba poprawić położenie podzespołów, wygięcie wyprowadzeń i docisnąć wkręty (które są dostępne przez otwory w płycie drukowanej). Na koniec trzeba przyłutować wyprowadzenia, dostępne z boku.

Po przyłączeniu transformatora i włączeniu napięcia, natychmiast powinna zaświecić się LED D19. Do dalszego sprawdzania jest potrzebne prawie wyładowane ogniwo. Należy ustawić pojemność za pomocą P1, prąd ładowania za pomocą P2 i przyłączyć ogniwo do końcówek jednego z układów ładowania. Po uruchomieniu ładowarki (naciśnięciem przycisku S2) powinna zaświecić się na krótko LED KONTROLA (D19) a później LED ROZŁADOWANIE (D20), oczywiście, o ile ogniwo nie jest całkowicie wyładowane. Jeżeli ogniwo jest rozładowane, świeci się LED ŁADOWANIE (D21) oraz LED stanowiącego, do którego jest przyłączone. Potem można tylko czekać, aby sprawdzić, czy ładowarka będzie ładować przez czas wynikający z nastawionych za pomocą P1 i P2 pojemności i prądu. Ponieważ nie ma żadnych regulacji w układzie, najlepiej na jakiś czas pozostawić ładowarkę działającą. Jeżeli układ działa poprawnie, trzeba jeszcze tylko wykończyć go mechanicznie. Wszystkie przewody i końcówki będące pod napięciem sieci powinny zostać starannie zabezpieczone. Najlepszym rozwiązaniem jest zastosowanie wejściowego gniazda sieciowego z wbudowanym wyłącznikiem i gniazdem bezpiecznika. Na schemacie nie zaznaczono wyłącznika, jest on jednak potrzebny.

Najwięcej trudności sprawiają uchwyty ogniów. Wprawdzie w handlu są dostępne uchwyty do pojedynczych ogniów, nadają się jednak zwykle tylko do montażu wpuszczanego lub wewnętrznego. W każdym razie u dostawców sprzętu elektronicznego nie można znaleźć uchwytów wieloogniwowych jako oddzielnych podzespołów. Może warto



## Ładowarka ogniw niklowo-kadmowych z mikrokontrolerem

byłoby użyć uchwyt od taniej, prostej ładowarki. Można też razem zmontować szereg pojedynczych uchwytów i połączyć je z ładowarką krótkim kablem z wtyczką. Jeszcze innym, choć kosztownym rozwiązaniem jest użycie dających się zestawiać uchwytów VARTA (typu RSH4 do ogniw "mono", RSH1.8 do ogniw "baby" i 501RS do ogniw "penlight"). Jakiegokolwiek rozwiązanie zostanie przyjęte, trzeba pamiętać o konieczności użycia jak najkrótszych połączeń, aby ograniczyć do minimum spadek napięcia na przewodach i złączach.

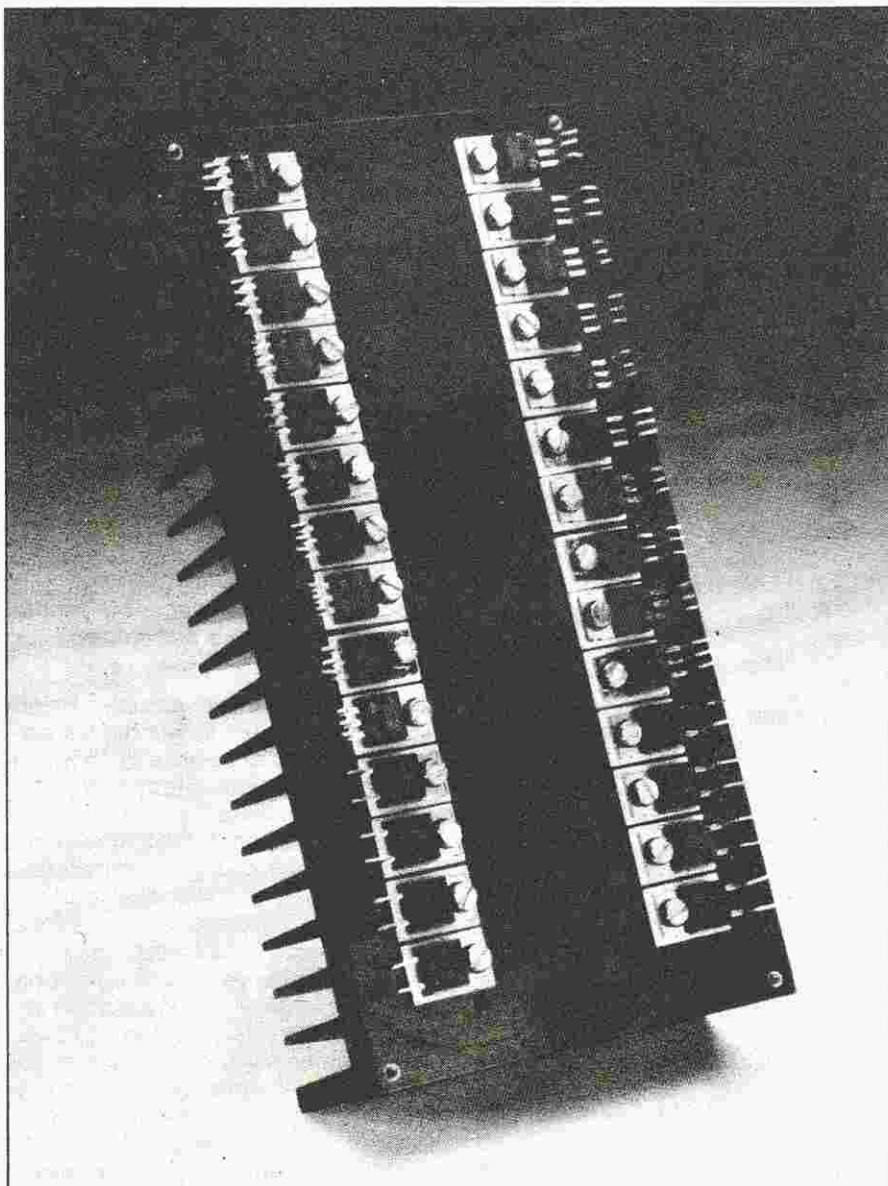
Skale do dwóch potencjometrów są łatwe do wykonania, są one bowiem linowe.

### Działanie

Przy nastawianiu pojemności ogniwa w ładowarce w zasadzie przyjmuje się jego pojemność nominalną. W większości przypadków, wystarczy to do pełnego naładowania. Dotyczy to także prądu ładowania, który nastawia się zgodnie z zaleceniami producenta ogniw. Trzeba jednak pamiętać, że w niskich temperaturach nie można stosować dużych prądów. Prąd ładowania jest za duży, jeżeli temperatura ogniwa w warunkach pokojowych osiąga 40°C. Pojemność i prąd ładowania nastawia się dla wszystkich stanowisk, równocześnie można więc ładować tylko ogniwa o tej samej nominalnej pojemności. Jeżeli zostaną przyłączone ogniwa o różnym stopniu rozładowania, trzeba pamiętać, że ładowarka nie rozpocznie ładowania, zanim nie rozładuje ostatniego ogniwa. Jeżeli więc wskazany jest pośpiech, lepiej zacząć od ładowania ogniw najbardziej rozładowanych. ■

### Literatura

<sup>1</sup> Zegar MAXI/MICRO, Elektor Elektrotechnik 1/93



## NIKKO VIDEO HEADS SUPPLY CENTRE

- 200 modeli głowic magnetowidowych
- rewelacyjne ceny
- gwarancja
- sprzedaż wysyłkowa

• Napisz do nas,  
a wyślemy Ci cennik + katalog.  
Wyłączny dystrybutor  
japońskiej firmy NIKKO

**NIKKO - firma, której możesz z a u f a ć!**



**RIMEX**

BIURO  
HANDLOWE

00-576 Warszawa, ul. Marszałkowska 28/139  
tel./fax 628-95-21, tlx 82 5555 ATT: RIMEX,  
komertel: 3912-1673



# POPRAWA JAKOŚCI OBRAZU MONITORA MONO VGA

*Wybór monitora komputerowego ogranicza się obecnie do wyboru pomiędzy VGA mono i VGA kolor. W obu wypadkach monitor jest sterowany przez kartę video VGA, która dostarcza analogowych sygnałów koloru. W artykule tym przedstawiono tani układ dopasowujący, którego zastosowanie w przypadku monitora mono i karty VGA w znacznym stopniu poprawi przekazywanie odcieni szarości.*

T. Scherer

Podstawową przesłanką wyboru monitora mono (biało-czarnego) jest jego koszt. Przy ograniczonym budżecie większość początkujących entuzjastów komputerów wybiera monitor mono, który według informacji sprzedawców jest zdolny do przetwarzania sygnałów sterujących kolorami w odpowiadającej im odcienie szarości.

Istnieją dwa powody wyboru monitora VGA mono. Po pierwsze, jest on znacznie tańszy od kolorowego, po drugie zaś, kolor nie zawsze jest konieczny, na przykład gdy zastosowanie komputera ogranicza się do przetwarzania tekstu.

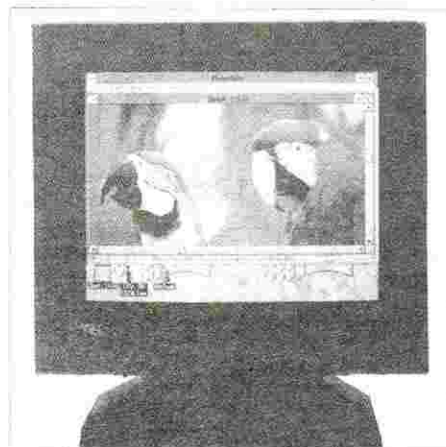
Większość współczesnych komputerów zawiera kartę VGA o 256 kolorach. Uważa się, że przeskoczone zostało kilka stopni rozwoju komputerów "poniżej" VGA, takich jak CGA, EGA, MGA i Hercules, które są dziś żałośnie przestarzałe i po prostu już zupełnie nie używane. Obecnie standardem jest karta video VGA, która niemal zawsze oznacza system kolorowy i jest zwykle zdolna do emulacji wszystkich starszych standardów. Chociaż tryb mono

jest osiągalny w większości kart VGA, używa się go rzadko, jest bowiem bardzo kiepski. A więc kolor jest, ale jak on wygląda na monitorze monochromatycznym?

Obraz otrzymany z połączenia karty VGA z monitorem mono pozostawia wiele do życzenia, głównie dlatego, że monitor przetwarza w poziom szarości sygnał jedynie jednego z kolorów. Pobieżne zapoznanie się z tym problemem prowadzi od razu do wniosku, że jest to spowodowane niedoskonałością układu łączącego kartę VGA z monitorem mono. Błąd jest oczywisty: monitor otrzymuje sygnał jednego tylko koloru, podczas gdy pozostałe po prostu nie są wykorzystane. Na szczęście daje się to łatwo poprawić i prawie za darmo otrzymuje się znaczną poprawę jakości obrazu.

## Oko to doceni

Jakość obrazu na monitorze mono sterowanym przez kartę VGA może zostać podwyższona przez poprawne przetworzenie poziomu każdego koloru



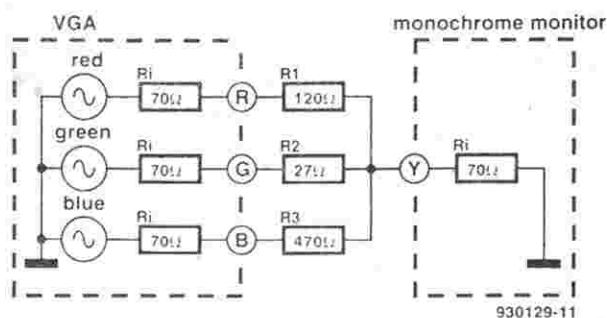
w odpowiedni poziom szarości. Jak już wspomniano, w większości tanich monitorów do tworzenia obrazu mono używa się sygnału jednego tylko koloru, zazwyczaj czerwonego albo zielonego. W wyniku takiej uproszczonej konwersji niektóre szczegóły obrazu zostają całkowicie stracone, inne zaś pojawiają się w postaci czarnych plam.

Poprawną przemianę trzech podstawowych sygnałów koloru (czerwonego-R (red), zielonego-G (green) i błękitnego-B (blue)) w sygnał obrazu mono można uzyskać prawie bez żadnych kosztów. Potrzeba tylko kilku rezystorów, za pomocą których trzy kolory zostaną przekształcone w sygnał złożony. Jednakże sygnały te nie mogą zostać zwyczajnie zmieszane, dlatego wielkośćom tych rezystorów trzeba poświęcić nieco uwagi.

Czułość ludzkiego oka na trzy podstawowe barwy, czerwoną (R), zieloną (G) i niebieską (B), nie jest jednakowa. Dokładne badania wykazały, że jasność, czyli luminancja (Y) obrazu musi być sformowana w następujący sposób:

$$Y = 0,3R + 0,59G + 0,11B$$

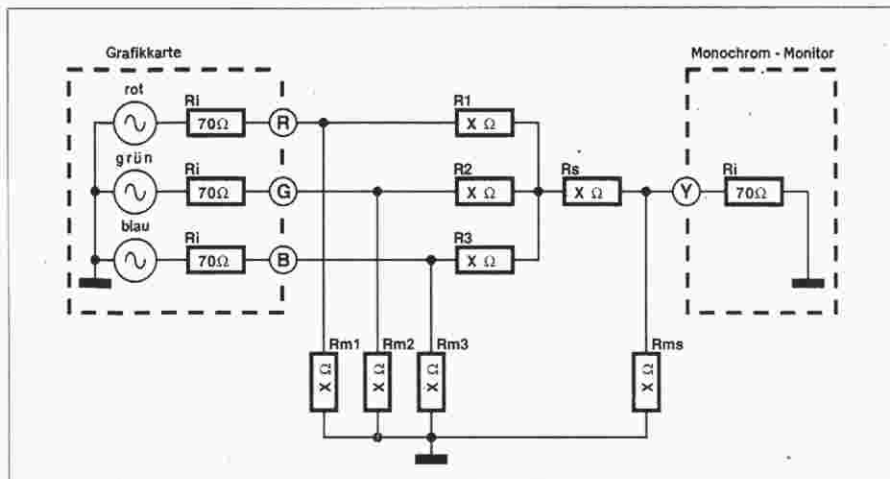
Z tego równania widać, że gdy do wytworzenia sygnału Y używa się na przykład składowej G, około 40% informacji zostaje stracone. Jest oczywiste, że obraz kolorowy można wiernie odwzorować na monitorze mono jedynie wtedy, gdy przy sumowaniu składowych zostaną uwzględnione współczynniki podane w równaniu.



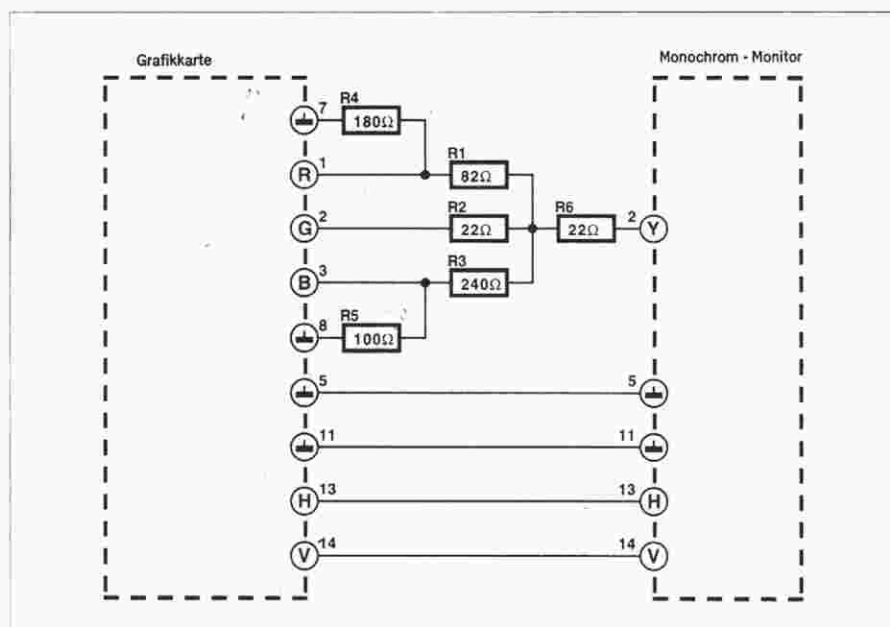
930129-11

Rys. 1. Układ sumowania luminancji nie uwzględniający wymogów dopasowania impedancji.

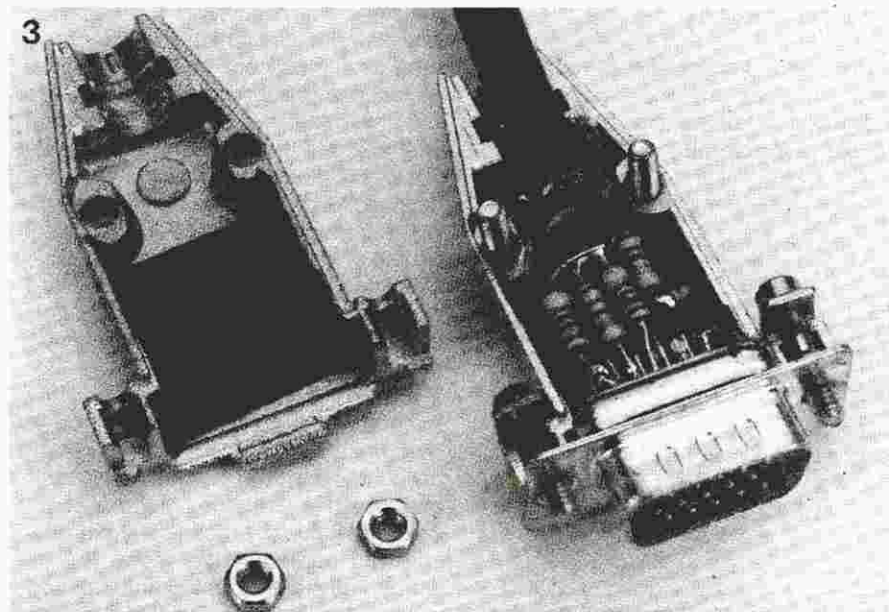




Rys. 2. Ten sam układ, jak na rys. 1, z uwzględnieniem impedancji wejściowej i wyjściowej.



Rys. 3. Od teorii do praktyki. Układ dopasowujący monitor mono VGA.



Rys. 4. Prototypowy układ umieszczony w 15-stykowym złączu sub-D.

## Układ

Wprowadzenie powyższej teorii do praktyki, czyli utworzenie układu sumującego nie jest tak łatwe, jak początkowo się wydaje. Komplikuje sprawę konieczność zachowania impedancji około 70Ω na wejściu monitora i na każdym z trzech wyjść karty VGA. Na **rys. 1** pokazany jest układ spełniający wymagania równania luminancji, ale bez uwzględnienia warunków wynikających z impedancji falowej. Powoduje to niedopasowanie pomiędzy monitorem i kartą VGA. Konieczne jest dodanie kilku rezystorów, aby i karta, i monitor "widziały" impedancję 70Ω. **Rysunek 2** przedstawia poprawiony schemat, na którym widać rezystory Rm1, Rm2 i Rm3, korygujące impedancje obciążenia karty VGA, oraz rezystor Rms korygujący impedancję wejściową monitora.

Obliczenie właściwych oporności rezystorów powierzono komputerowi, a rezultat jest widoczny na **rys. 3**. Widać, że brakuje Rms i Rm2, ich wielkości są bowiem tak duże (>10kΩ), że skutki ich pominięcia są niezauważalne. Obliczone oporności zostały zaokrąglone do wartości szeregu E12 (rezystor R3 składa się z dwóch szeregowo połączonych rezystorów po 120Ω). Zastosowanie rezystorów o tolerancji 5% zapewnia wystarczającą dokładność. Przy pewnej zręczności tych siedem rezystorów daje się zmieścić wewnątrz rozbielanej wtyczki "sub-D15" przewodu monitora. Niektórzy producenci pomijają nieużywane przewody w kablu dla obniżenia kosztów, w takim jednak przypadku trzeba będzie kupić nowy. Przed rozpoczęciem lutowania należy pokryć wnętrze wtyczki taśmą izolacyjną, aby uniknąć zwarcia z często stosowaną ekranującą metalizacją. Na **rys. 4** pokazano prototyp wykonany przez autora.

Po włączeniu, obraz na monitorze powinien się charakteryzować doskonałym odwzorowaniem wszystkich szczegółów i poprawnymi odcieniami szarości. W przeciwnym razie trzeba sprawdzić dobór parametrów karty VGA oraz ustawienie regulatorów kontrastu i jasności monitora. Jeśli chodzi o kartę VGA, powinna ona pracować oczywiście w trybie 256 kolorów, a nie w którymś z prymitywnych trybów mono. ■

# TANI FAZOMIERZ



*W skład przedstawianego fazomierza wchodzi tylko dwa układy scalone CMOS oraz wyświetlacz ciekłokrystaliczny (LCD), jest więc dostosowany do najskromniejszego budżetu.*

F. Hueber

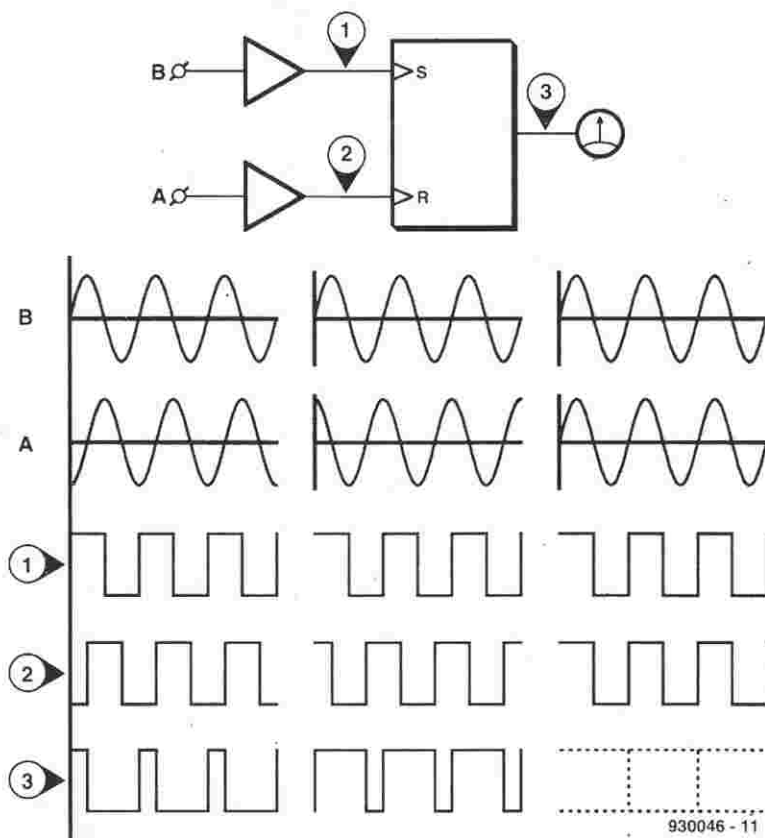
Schemat blokowy fazomierza jest pokazany na **rys. 1**. Dwa wzmacniacze formują oba sygnały w przebiegi prostokątne, swoimi zboczami sterujące przerzutnik SR (flip-flop). Uśrednione napięcie wyjściowe przerzutnika - pomiędzy zerem a napięciem zasilania - jest wprost proporcjonalne do przesunięcia fazowego pomiędzy napięciami wejściowymi ( $0...360^\circ$ ). Mierzone napięcie, którego przesunięcie fazowe ma zostać określone względem napięcia odniesienia, podanego na wejście B, wprowadza się do wejścia A. Za każdym razem, gdy sygnał odniesienia rozpoczyna dodatnią półkę swojego okresu, przerzutnik zostaje przełączony w stan aktywny i powraca do stanu początkowego w momencie, gdy dodatnią półkę rozpoczyna przesunięty w fazie sygnał A. Wskutek tego, na wyjściu przerzutnika stan wysoki utrzymuje się tym dłużej, a więc średnie napięcie jest tym dłuższe, im większe jest przesunięcie fazowe pomiędzy sygnałami A i B. Pokazane jest to na wykresie czasowym na **rys. 1**.

Trzecia kolumna wykresów pokazuje stan, gdy przesunięcie fazowe wynosi  $0^\circ$ , lub wielokrotność  $360^\circ$ . W takich przypadkach może się zdarzyć, że narastające zbocze sygnału raz zdarzy się wcześniej w A, a raz w B. Efekt ten powoduje, że przerzutnik raz pozostaje w stanie aktywnym, to znów w stanie podstawowym, a wskazania miernika są niestabilne i nieokreślone, nie mogąc podać ani dokładnie  $0^\circ$ , ani dokładnie  $360^\circ$ . Jest to cena, zresztą niewielka, jaką trzeba zapłacić za prostotę układu.

## Opis układu

Oba tory wejściowe są prawie identyczne (**rys. 2**). Jediną różnicę wprowadzają kondensatory C7 i C9. Służą one do wyrównania zakresu faz obu torów. Odmówiony więc będzie tylko kanał B.

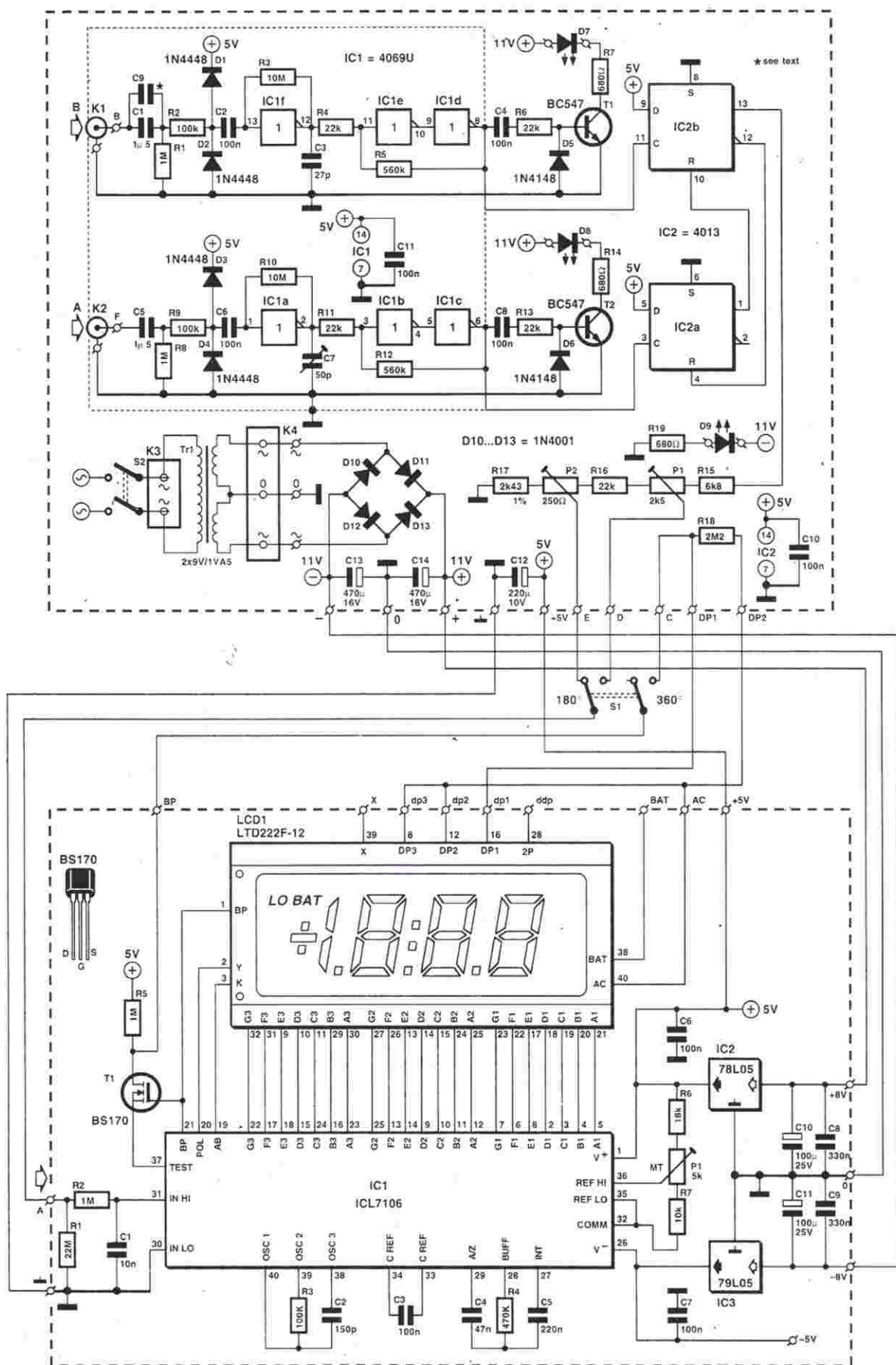
Sygnał z wejścia K1 jest doprowadzany do układu przez kondensator C1, zbocznikowany kondensatorem kalibrującym C9, które odcinają składową stałą. Rezystor R2 i diody D1 i D2 chronią przed zbyt dużą amplitudą napięcia zmiennego.



930046 - 11

Rys. 1. Zasada działania fazomierza.





Rys. 2. Schemat elektryczny kompletnego fazomierza.

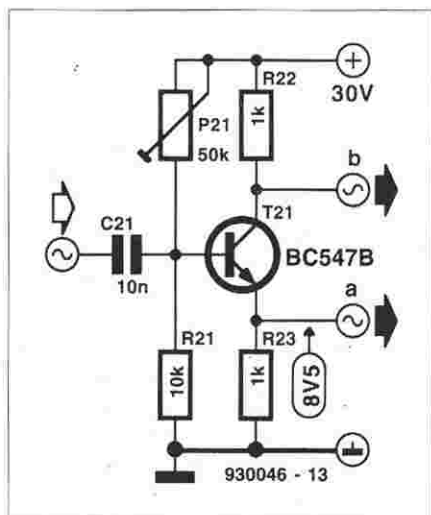
Sygnal dochodzi następnie do inwertera IC1f, który nie mając bufora, może zostać wykorzystany jako odwracający wzmacniacz liniowy. Jego wzmocnienie, wyznaczone przez R3 i R2, wynosi 10. Łatwo przeoczyć istnienie tego wzmacniacza, maskowane przez diody ograniczające. Kondensator C2 zabezpiecza IC1f przed ewentualnym wpływem napięcia stałego z układu zabezpieczającego.

W porównaniu do standardowego wzmacniacza operacyjnego, impedancja wejściowa tego wzmacniacza jest trudna do ustalenia. Powoduje to układ zabezpieczający (którego impedancja maleje przy wyższych napięciach) oraz fakt, że nie jest on tak idealnym wzmacniaczem jak operacyjny. Impedancja wejściowa miernika wynosi 200 do 300kΩ i w większości przypadków nie powoduje obciążenia testowanego obwodu.

Ze wzmacniacza sygnał jest kierowany do przerzutnika Schmitta, który formuje z niego czystą falę prostokątną. Przerzutnik ten tworzą dwa szeregowo połączone inwertery, IC1e i IC1d, sprzężone przez R5 i R4.

Fala prostokątna zostaje następnie doprowadzona bezpośrednio do przerzutnika IC2b i do T1 przez C4 i R6. Tranzystor jest krótkotrwale włączony przez każde narastające zbocze prądem ładowania C4, co wywołuje świecenie D7. Oznacza to, że sygnał nadaje się do sterowania przerzutnikiem. Jeżeli dioda gaśnie albo migocze, sygnał ma za niski poziom, lub jakaś inna przyczyna utrudnia regularne przełączanie przerzutnika Schmitta.

Jak już wspomniano, kanały zostały zróżnicowane dwoma kondensatorami, za pomocą których ich działanie można doprowadzić do identycznego lub prawie identycznego w zakresie możliwie największego obszaru częstotliwości.



Rys. 3. Dodatkowy układ do kalibracji fazomierza.

Jest to szczególnie ważne na krańcach zakresów, ponieważ gdy charakterystyki częstotliwości zaczynają się zakrzywiać, pojawia się przesunięcie fazowe. Nie jest to szkodliwe, dopóki przesunięcia te są w obu kanałach jednakowe i mogą być wyrównane w punktach kalibracyjnych.

Dolna częstotliwość graniczna jest wyznaczona przez obwód wejściowy. Ponieważ pojemności kondensatorów są określone z większą tolerancją (zazwyczaj 20 %) niż rezystorów, to kondensatory zostały użyte do kalibracji. C1 jest bocznikowany przez C9, który kompensuje niewielką różnicę pomiędzy C1 a C5 (uprzednio porównuje się C1 i C5 i mniejszy z nich bierze jako C1).

Górna częstotliwość graniczna jest wyznaczona przede wszystkim przez pojemności pasywnicze inwerterów, ale także przez niewielkie różnice progów przełączania przerzutników Schmitta (trzeba pamiętać o tym, że rezystory mają tolerancję 5 %). Efekt ten jest szczególnie wyraźny przy wyższych częstotliwościach. Wszystkie różnice są kompensowane przez C3 i C7.

Przerzutnik SR nie jest układem standardowym, ale składa się z dwóch przerzutników typu D z wejściem kasującym (IC2a i IC2b). Przerzutniki D są ze sobą tak połączone, że zawsze jeden z nich jest w stanie aktywnym a drugi w stanie podstawowym (wejścia D są stale na poziomie wysokim). Tak jak zwykły przerzutnik SR przerzucany zboczami sygnału, ten przerzutnik ma stan wzbroniony, co się zdarza wtedy, gdy dwa narastające zbocza pojawiają się równocześnie. Nie wiadomo wówczas, czy układ zinterpretuje to jako stan aktywny, czy podstawowy. Jest to przyczyną faktu, że teoretycznie miernik nie ma stabilnego zera, ani nie może stabilnie wskazywać wielokrotności 360° (które miernik widzi jako 0°). Brzmi to gorzej, niż okazuje się w praktyce, ponieważ już kilka dziesiątych stopnia wystarcza do stabilnego wskazania. Niepewne wskazania przesunięcia fazowego zdarzają się głównie w przypadku niestabilnej częstotliwości sygnału (jitter).

Kąt fazowy jest wskazywany przez wyświetlacz ciekłokrystaliczny, który pokazuje scałkowaną w filtrze R2-C1 średnią wartość napięcia wyjściowego przerzutnika.

Ze względu na czułość woltomierza napięcia stałego oraz potrzebę użycia dwóch zakresów, napięcie wyjściowe musi zostać obniżone. Do tego celu służy dzielnik napięcia R15-P1-R16-P2-R17. Z tego dzielnika napięcie zostaje przekazane do woltomierza za pośrednictwem jednego ze styków

przełącznika zakresu. Drugi styk tego przełącznika przełącza kropkę dziesiątą ostatniej cyfry. Kropka jest wyłączona, gdy jest połączona przez R8 z sygnałem płytki montażowej wyświetlacza (AC) a jest włączona, gdy jest połączona z odwróconym sygnałem płytki montażowej (BP).

Do zasilania są wykorzystane stabilizatory umieszczone w module woltomierza. Napięcie z płytki transformatora jest doprowadzone do płytki fazomierza, gdzie jest prostowane, filtrowane i przesyłane następnie do płytki woltomierza do stabilizatorów  $\pm 5V$ . Stabilizowane napięcia wracają z powrotem do płytki fazomierza. Do stabilizatorów można doprowadzić niestabilizowane napięcia  $\pm 11V$ , pomimo napisu  $\pm 8V$ . Pobór prądu jest niewielki, można więc zasilić układ z dwóch baterii 9V, oszczędzając w ten sposób na transformatorze i prostowniku. Dalszą oszczędność prądu można uzyskać stosując wysokowydajne LEDy. Rezystory szeregowo należy wówczas zwiększyć do 3,9kΩ.

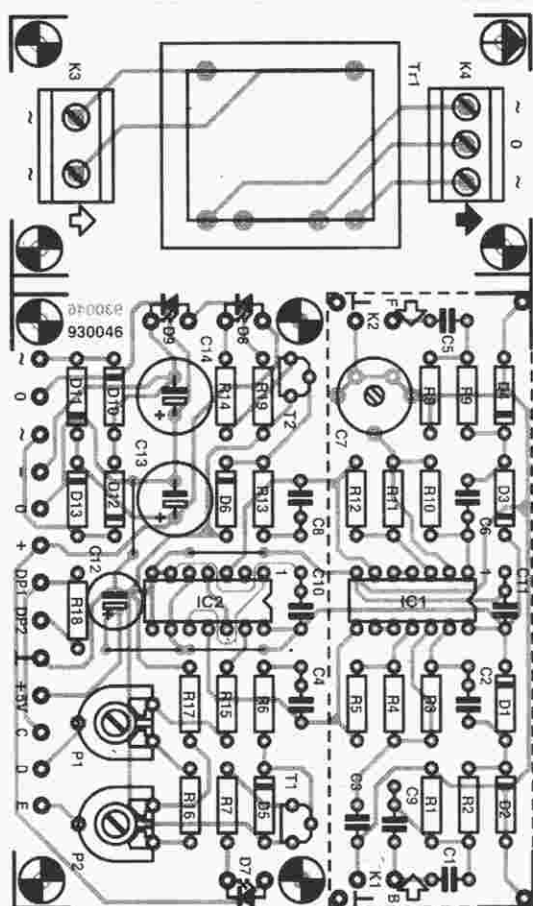
## Wykonanie

Mozaika ścieżek płytki drukowanej jest pokazana na rys. 4. W przypadku rezygnacji ze stosowania transformatora część płytki może zostać odcięta. Nawet gdy transformator zostanie wmontowany, zaleca się użycie wszystkich ośmiu wkrętów mocujących ze względu na jego ciężar. Konstrukcja staje się wtedy bardziej sztywna.

Obwody wejściowe powinny zostać z ekranowane wzdłuż linii przerywanej. Cztery końcówki lutownicze w narożach tej części bardzo to ułatwiają. Pokrywy nie należy mocować, dopóki nie zostanie dokonana kalibracja (ewentualne umieszczenie C9). Należy też wywiercić w pokrywie otwór, przez który można będzie regulować C7. Doprowadzające przewody ekranowane najlepiej będzie przylutować do K1 i K2 od strony miedzi, zanim zmknięty zostanie ekran.

Pojemności kondensatorów C1 i C5 powinny zostać możliwie dokładnie zmierzone. Ten o większej pojemności należy wmontować jako C5. Ich różnicę kompensuje się za pomocą C9. Na początek należy jego wielkość przyjąć za równą różnicy C5 - C1, optymalna zostanie ustalona w trakcie kalibracji. Płytkę woltomierza także jest pokazana na rys. 5. Montaż trzeba zacząć od wykonania zworek, co później mogłoby nie być możliwe. IC1 należy umieścić w niskiej podstawce, ażeby zmieścić się bez trudności pod wyświetlaczem. W razie trudności, wyświetlacz można umieścić na dodatkowych listwach stykowych, które podniosą go wyżej.





Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytkach drukowanych (moduł fazomierza i zasilacza oraz moduł woltomierza). Mozaikę ścieżek obu płytek przedstawiono na wkładce.

Ze względu na skomplikowane połączenia zasilania, warto dokładnie sprawdzić połączenia, a po włączeniu zasilania zmierzyć napięcia zasilające w różnych punktach układu. W zasadzie LEDy nie powinny świecić po włączeniu zasilania, ale czułe obwody wejściowe mogą "złapać" jakieś szumy, które zostaną potraktowane jako sygnał wejściowy. Można to wykorzystać

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Moduł fazomierza

#### Rezystory

R1, R8: 1MΩ  
R2, R9: 100kΩ  
R3, R10: 10MΩ  
R4, R6, R11, R13, R16: 22kΩ  
R5, R12: 560kΩ  
R7, R14, R19: 680Ω  
R15: 6,8kΩ  
R17: 2,43kΩ, 1%  
R18: 2,2MΩ  
P1: 2,5kΩ, nastawny  
P2: 250Ω, nastawny

#### Kondensatory

C1, C5: 1,5μF, MKT  
C2, C4, C6, C8, C10, C11: 100nF  
C3: 27pF  
C7: 50pF, trymer  
C9: zob tekst  
C12: 220μF, 10V  
C13, C14: 470μF, 16V

#### Półprzewodniki

D1 do D4: 1N4448, lub 1N4148  
D5, D6: 1N4148  
D7 do D9: LED czerwone  
D10 do D13: 1N4001  
T1, T2: BC547  
IC1: 4069U  
IC2: 4013

#### Różne

K1, K2: gniazdka BNC  
K3: złącze śrubowe, dwukontaktowe, odstęp 7,5mm  
K4: złącze śrubowe, trzykontaktowe, odstęp 5mm  
S1: przełącznik, dwupozycyjny dwuobwodowy

S2: wyłącznik sieciowy, dwuobw.  
Tr1: trafo 240V/(2x9V), 1,5A  
obudowa 210 x 80 x 160mm  
płytką drukowaną 930046  
folia płyty czołowej 930046-F

### Moduł woltomierza

#### Rezystory

R1: 22MΩ  
R2, R5: 1MΩ  
R3: 100kΩ  
R4: 470kΩ  
R6: 18kΩ  
R7: 10kΩ  
P1: 5kΩ, 10-obrotowy, nastawny

#### Kondensatory

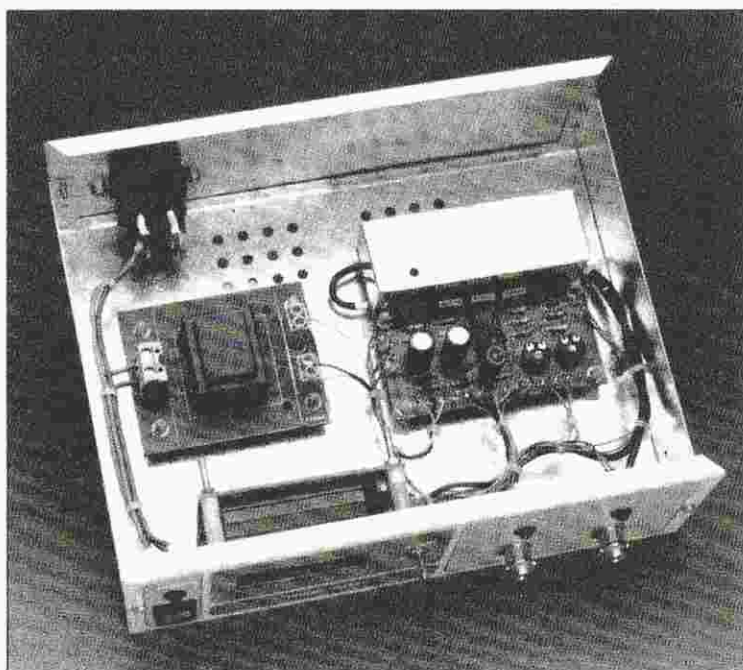
C1: 10nF  
C2: 150pF  
C3, C6, C7: 100nF  
C4: 47nF  
C5: 220nF  
C8, C9: 330nF  
C10, C11: 100μF, 25V

#### Półprzewodniki

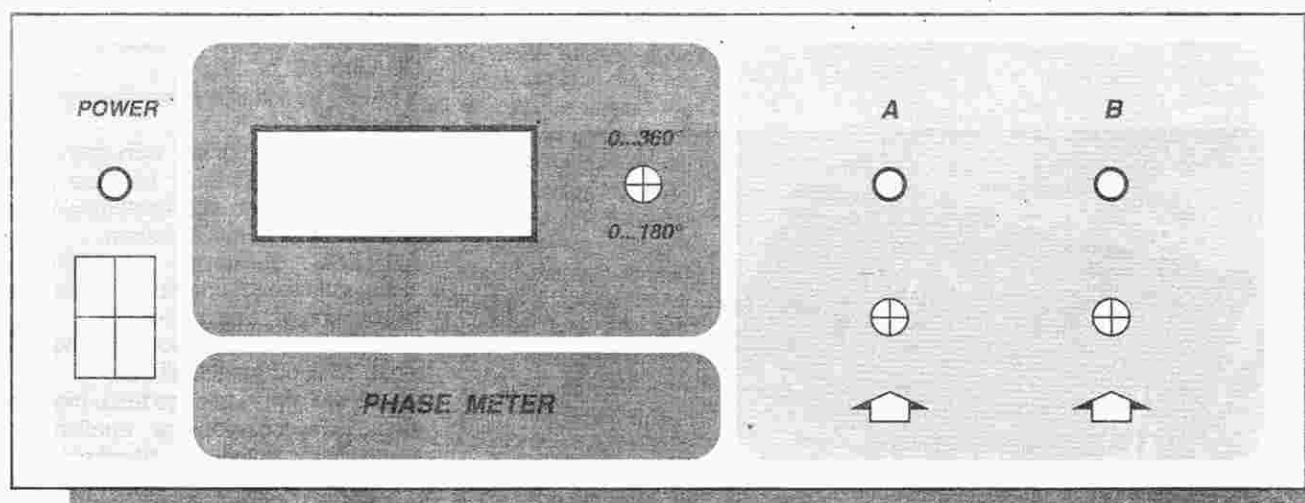
T1: BS170  
IC1: ICL7106  
IC2: 78L05  
IC3: 79L05

#### Różne

LCD1: 3,5 cyfrowy wyświetlacz LCD  
40-końcówkowa niska podstawa do układów scalonych  
dwie 20-końcówkowe listwy stykowe  
płytką drukowaną 920018



Rys. 5. Wnętrze zmontowanego fazomierza.



Rys. 6. Płyta czołowa fazomierza (w pomniejszeniu).

do sprawdzania poprawności działania urządzenia, dotykając palcem do wejścia. Jeżeli układy wejściowe działają poprawnie, odpowiednia dioda powinna się zaświecić. Jeżeli S1 jest w pozycji 180°, kropka dziesiąta przed ostatnią cyfrą na wyświetlaczu powinna świecić. Po doprowadzeniu sygnału do wejścia B, zwarcu wejścia A i ustawieniu S1 w pozycji 360°, należy za pomocą P1 doprowadzić wskazania do 360°.

Regulacji zakresu 180° za pomocą P1 można dokonać na różne sposoby, zawsze jednak przy częstotliwości sygnału 1000Hz. Jeden sposób sprowadza się do przyjęcia zakresu 360° jako zakresu odniesienia i przesunięcia fazy sygnału za pomocą układu RC. Następnie za pomocą P2 ustawia się na wyświetlaczu 180°.

Inny sposób to użycie źródła, które dostarcza sygnału równocześnie z jego odwrotnością (takiego samego, tylko przesuniętego o 180°).

Trzeci sposób polega na zastosowaniu dodatkowego układu z rys. 3, dostarczającego dwóch odwróconych sygnałów. Za pomocą P21 i oscyloskopu należy doprowadzić oba sygnały do identyczności (lub prawie). W przypadku braku oscyloskopu należy tak ustawić P21, aby napięcie emitera wyniosło 8,5V. Wtedy optymalny będzie sygnał 100mV. Ustawienia P2 dokonuje się tak samo jak poprzednio, doprowadzając wskazania do 180°.

Dobrania optymalnej pojemności C9 i dostrojenia C7 można dokonać podobnie, za pomocą dwóch sygnałów lub układu z rys. 3. Trzeba zacząć od obniżenia częstotliwości do wielkości pomiędzy 100 a 50Hz. Jeżeli wszystko jest w porządku, wskazywany kąt fazowy (S1 w położeniu 180°) nie powinien zmienić się więcej niż o kilka set-

nich stopnia. Jeżeli różnica jest większa, C9 trzeba nieco zwiększyć lub zmniejszyć (trzeba to sprawdzić doświadczalnie). Operację tę należy powtórzyć przy 30Hz, a potem doregulować C7, aż wskazania wykażą z powrotem 180°. Jeżeli dochodzi się do dolnej granicy C7, należy nieco zmniejszyć pojemność C3 lub dołączyć rów-

nolegle do C3 małą pojemność, na przykład 27 pF.

Testy te należy wykonać dla jeszcze kilku innych częstotliwości w celu upewnienia się, że przyrząd działa dobrze i w razie potrzeby poprawić regulację.

Na zakończenie trzeba umocować pokrywę ekranu i zamknąć obudowę. ■

# MS ELEKTRONIK

Dystrybutor Części Elektronicznych

81-234 GDYNIA, ul. Wolności 16, tel/fax (0-58) 21-15-98

## PROponuje

szeroki asortyment zachodnich elementów elektronicznych:

DIODY  
TRANZYSTORY  
UKŁADY SCALONE ANALOGOWE I CYFROWE  
PROCESORY, EPROMY, EEPROMY, RAMY  
STABILIZATORY, REGULATORY  
BOGATĄ OPTOELEKTRONIKĘ  
PODSTAWKI, ZŁĄCZA, OBUDOWY  
REZYSTORY, KONDENSATORY,  
POTENCJOMETRY, PRZEKAŹNIKI

**Pełna oferta zawiera ok. 20.000 elementów elektronicznych.**

Dla zainteresowanych klientów wysyłamy katalog-pilot w formie dyskietki.

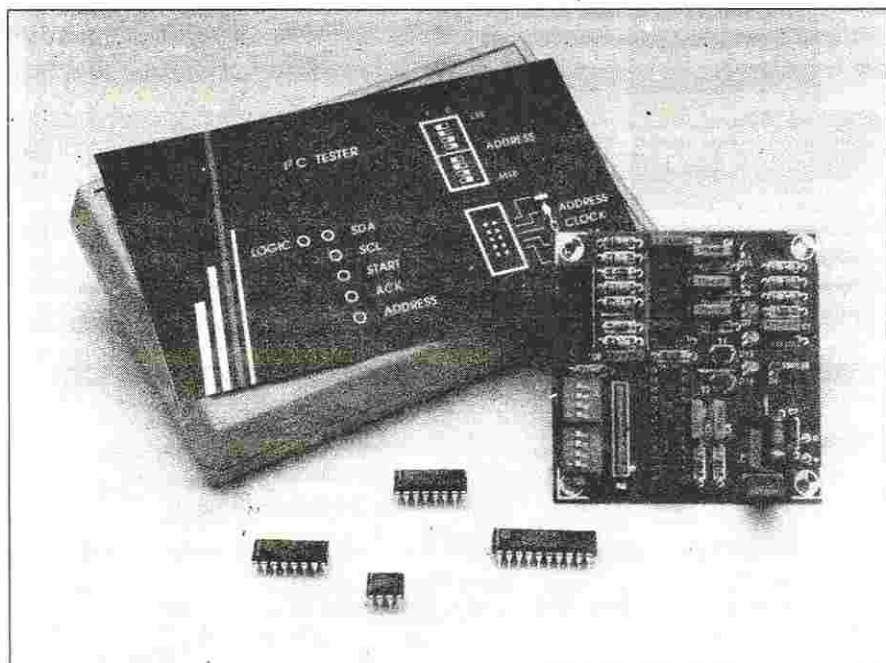
**Działając z firmą MS Elektronik  
posiadacie Państwo  
stałego i niezawodnego dostawcę.**

Informacji  
udzielamy:

MS ELEKTRONIK, ul. Wolności 16, 81-327 Gdynia,  
tel/fax (0-58) 21-15-98, pon-piątek godz. 9<sup>00</sup>-15<sup>00</sup>



# TESTER I<sup>2</sup>C



**Nie ulega najmniejszej wątpliwości, że magistrala PC de facto stała się standardem w komunikacji pomiędzy układami scalonymi w urządzeniach audio i wideo. Ta wymyślona przez Philipsa trójprzewodowa magistrala umożliwia, w sposób inteligentny, wymianę danych pomiędzy stosowanymi w tych urządzeniach coraz bardziej złożonymi układami scalonymi. Do testowania działania systemu PC używany jest zwykle oscyloskop albo analizator stanów logicznych. Oscyloskop nie zawsze do tego celu wystarcza, a analizator jest kosztowny i często nieosiągalny. Opisany tester jest dobrą i niedrogą alternatywą dla tych przyrządów.**

W. Foede

System I<sup>2</sup>C jest obecny wśród nas od szeregu lat i był już tematem wielu artykułów w Elektor Electronics. W ślad za opisem sprzęgu umożliwiającego sterowanie magistralą I<sup>2</sup>C za pomocą komputera opisano szereg układów dodatkowych do różnych zastosowań (zob. przegląd publikacji na temat I<sup>2</sup>C na końcu artykułu).

Obecnie istnieją, zgodne ze specyfikacją I<sup>2</sup>C, układy scalone do wszelkich niemal zastosowań w urządzeniach elektroniki powszechnego użytku. Gdy w części urządzenia wyposażonej w układy scalone I<sup>2</sup>C zdarzy się uszkodzenie, trzeba czasem sprawdzić magistralę i przyłączone do niej elementy. W większości wypadków do

podstawowych testów wystarcza oscyloskop. Niestety, za pomocą tego przyrządu można tylko sprawdzić obecność na liniach sygnałów SDA i SCL (stan wysoki - magistrala jest wolna, napięcia zmienne - dane i/lub impulsy zegarowe). Jednak do dokładniejszego sprawdzenia potrzebny jest specjalny tester i takim właśnie układem jest przyrząd opisany w tym artykule.

Jest on wyposażony w szereg LED i przełączników DIP, przy pomocy których można dokładnie dowiedzieć się, co się dzieje w magistrali I<sup>2</sup>C. Umożliwia on sprawdzenie, czy ustawiony adres układu scalonego pojawia się w magistrali. Układ pozwala ponadto na śledzenie ogólnego przepływu da-

nych. Sześć LED dostarcza następujących wskazówek:

**SDA/SCL:** obecność danych na linii SDA lub SCL,

**START:** transmisja prawidłowego sygnału startu,

**ACK:** wysłanie przez odnośny, podrzędny układ scalony impulsu ACK, potwierdzającego szesnastkowy adres, ustawiony za pomocą testera,

**ADRESS:** obecność w magistrali szesnastkowego adresu, ustawionego za pomocą przełączników DIP,

**LOGIC:** stały poziom logiczny na linii, niezależny od magistrali I<sup>2</sup>C.

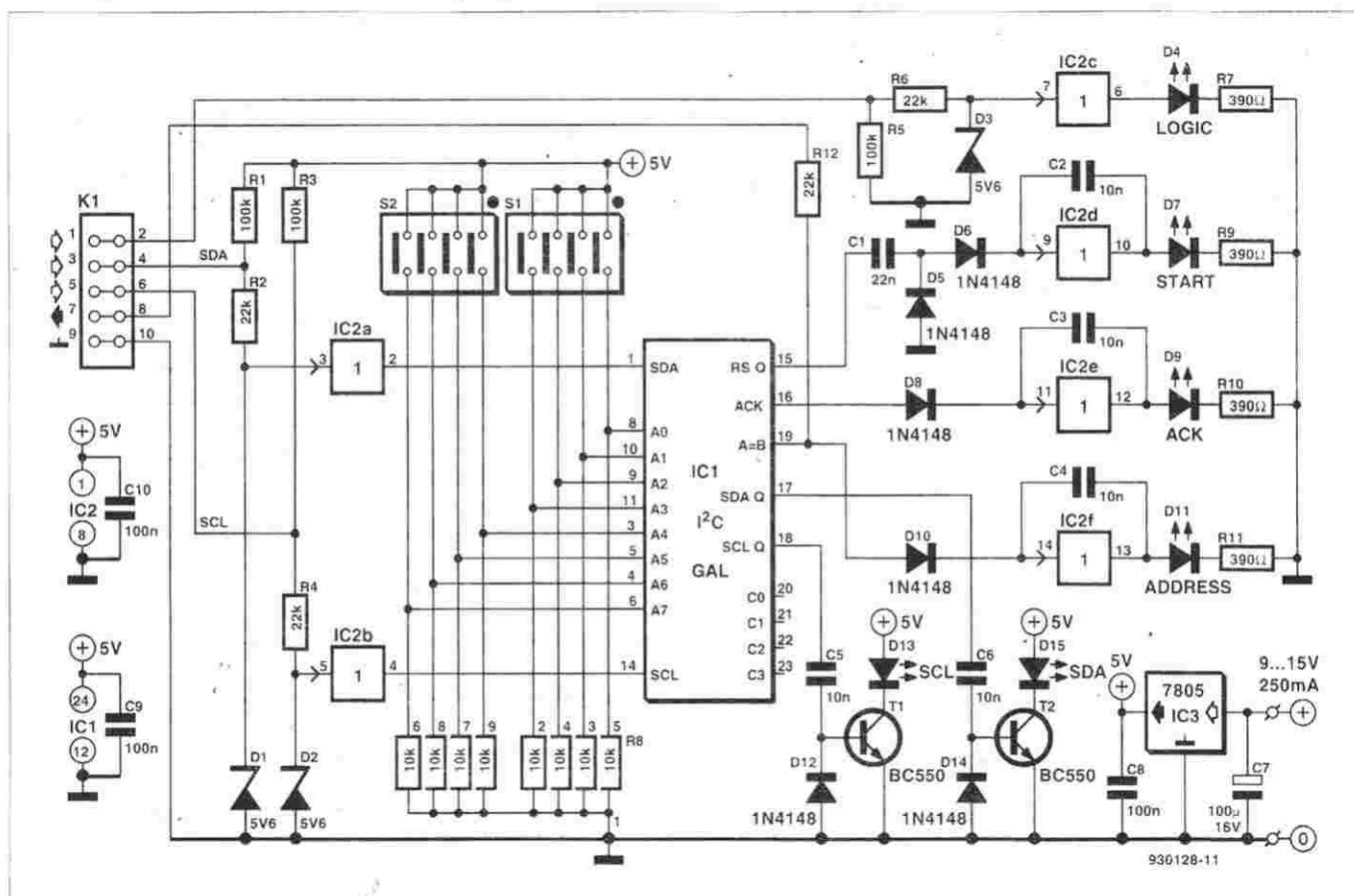
Właściwie wyniki takiego testu mogłyby zostać uwidocznione w analizatorze stanów logicznych, ale gdy do magistrali przyłączonych jest kilka podporządkowanych układów scalonych, jego użyteczność stałaby się problematyczna. A poza tym, analizator stanów logicznych jest przyrządem kosztownym, rzadko spotykanym w warsztacie hobbysty. Jednakże tester I<sup>2</sup>C okazuje się przydatny nawet dla dysponujących analizatorem, gdyż sygnałem z dodatkowego wyjścia ADRESS można wyzwać analizator pod wybranym adresem. Ponieważ obserwuje się tylko dwa stosunkowo powolne strumienie danych, alternatywą może być użycie oscyloskopu cyfrowego, synchronizowanego sygnałem z wyjścia ADRESS testera I<sup>2</sup>C.

## Sercem układu jest GAL

Sercem układu jest GAL (generic array logic) typu 6001. Zawiera on większość układów logicznych potrzebnych w testerze I<sup>2</sup>C, ilość elementów układu zostaje więc sprowadzona do minimum. Chociaż wydaje się, że 6001 jest podobny do 20V8, stosowanego w poprzednich układach Elektora, to jego struktura wewnętrzna jest znacznie bardziej złożona i zapewnia więcej możliwości. Najważniejsze jego cechy dodatkowe to:

- 10 zamiast 8 makrokomórek wejść/wyjść IOLMC (wyprowadzenia 14 do 23), 8 "ukrytych" makrokomórek BLMC (nie związanych z wyprowadzeniami),
- liczba wyrazów iloczynowych dopuszczalnych na jednym wyjściu jest ograniczona tylko ich całkowitą liczbą 74,
- każda makrokomórka może być indywidualnie taktowana wyrazem iloczynowym (taktowanie asynchroniczne),
- wszystkie makrokomórki mogą być zerowane równocześnie (zerowanie asynchroniczne)
- 8 makrokomórek IN, ILMC (wyprowadzenia 2...11 - w tym układzie niewykorzystane).

W opisywanym układzie w pełni wykorzystano powyższe cechy dodatkowe i dlatego właśnie wybrano 6001,



Rys. 1. Na schemacie testera PC nie ma zbyt wielu elementów, za to wewnętrzny schemat układu GAL (IC1) jest bardzo złożony.

zamiast 20V8.

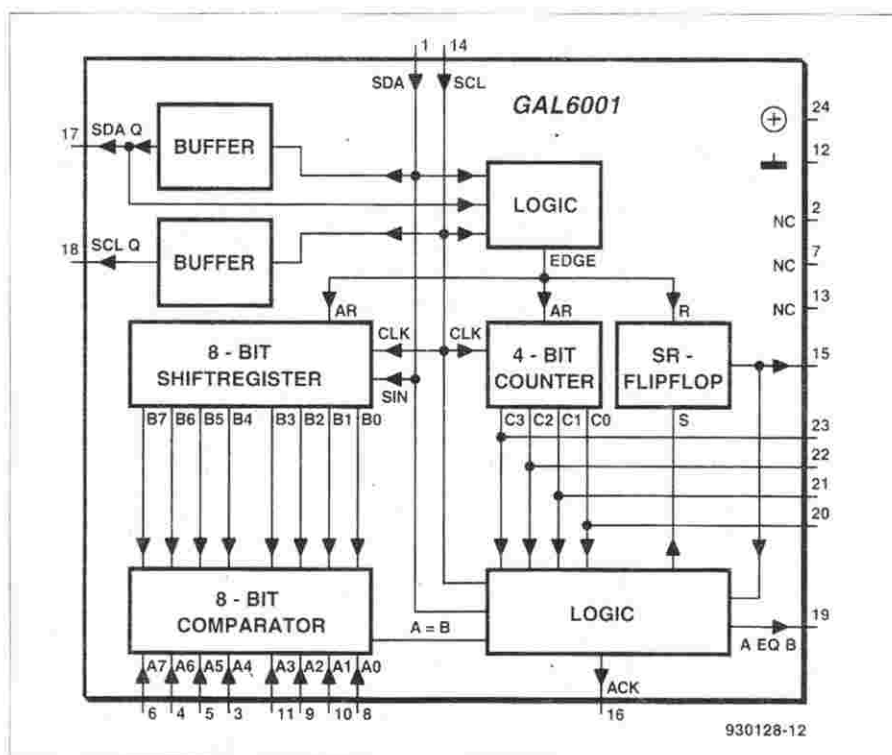
Ręczne definiowanie potrzebnych funkcji GAL jest zadaniem raczej żmudnym. Istnieje teraz na szczęście szereg odpowiednich programów komputerowych, które mogą zostać do tego użyte. Autor korzystał z programu "easy ABEL". Program ten pozwala ogólnie opisać układ za pomocą Hardware Description Language (Sprzętowy Język Opisowy), następnie zaś kompiluje zoptymalizowane funkcje, a dodatkowo sugeruje właściwe do tego układy scalone. Po ich wyborze, poszczególnym funkcjom zostają automatycznie przydzielone wyprowadzenia. W rezultacie powstaje plik programujący JEDEC, który może być przez większość programatorów GAL odczytany w celu wypalenia go w GAL. Tym razem jednak programator GAL nie jest niezbędny. Zaprogramowany GAL, przeznaczony do tego układu, jest dostępny za pośrednictwem Działu Obsługi Czytelników.

### Dwa układy scalone i zasilacz

Patrząc na schemat testera I<sup>2</sup>C na rys. 1, można poczuć się nieco rozczarowanym z powodu jego prostoty. Wynika

to z faktu zaimplementowania w GALu tak wielu funkcji. Poza 6001, do skompletowania działającego przyrzą-

du potrzeba jeszcze tylko kilku buforów. Ponieważ bufony znajdują się w jednym CD4050, całkowita liczba



Rys. 2. Funkcjonalny schemat wewnętrznego układu GAL.

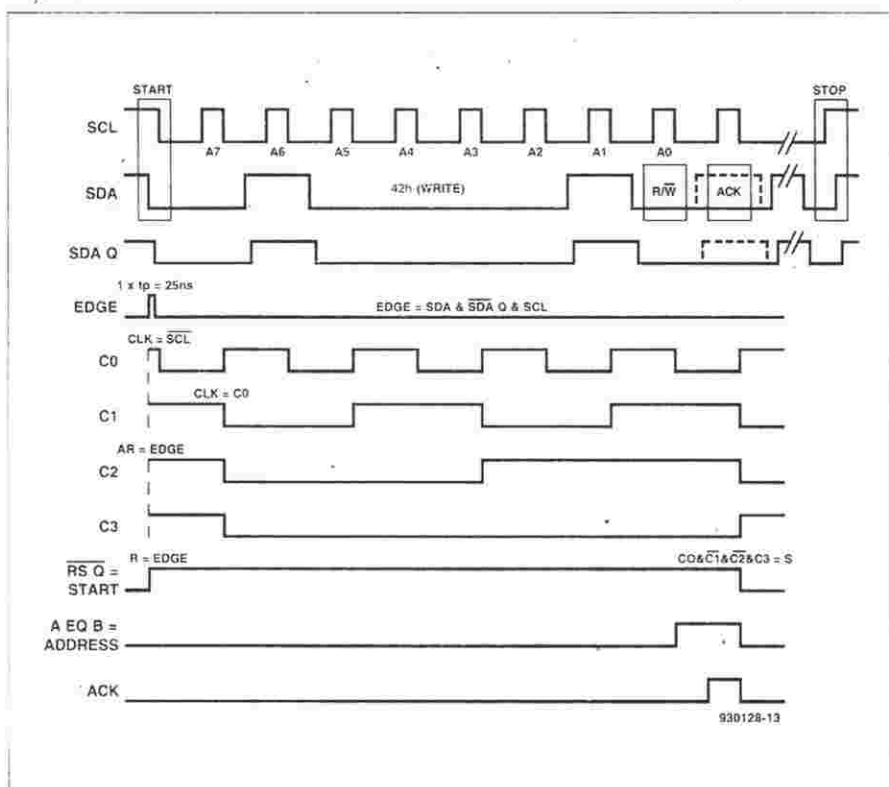


układów scalonych w przyrządzie wynosi... dwa!

Schemat wewnętrzny użytego w tym układzie programowanego GAL jest pokazany na **rys. 2**. Układ byłby oczywiście znacznie bardziej skomplikowany i trudny do wykonania, gdyby wszystkie jego funkcje były wykonywane za pomocą standardowych układów scalonych.

Do wytłumaczenia działania układu przydatne będą: schemat z **rys. 1** i wykresy czasowe z **rys. 3**. Sygnały SDA (serial data) i SCL (serial clock) doprowadzane są do złącza K1. Diody Zenera D1 i D2 redukują napięcia zewnętrzne do 5,6V (normalne napięcie zasilające w systemie I<sup>2</sup>C wynosi 5V). Sygnały te są następnie "czyszczone" przez bufony IC2a, IC2b i doprowadzane do końcówek 1 i 14 GALa. Po ponownym zbuforowaniu wewnątrz GALa przez wyprowadzenia 17 i 18 sygnały te zostają skierowane do dwóch sterowników, LED, T1 i T2. Kondensatory C5 i C6 zapewniają, że LEDy zostaną zaświecone tylko narastającymi zboczami sygnałów SDA i SCL.

Sygnał startu magistrali I<sup>2</sup>C jest generowany przez mały układ logiczny, pokazany z prawej strony schematu na **rys. 2**. Układ ten wytwarza sygnał zwany "edge" (zbrocze), generowany przez opadające zboczne SDA, gdy SCL jest w stanie wysokim. Sygnał "edge" uruchamia cykl odczytu 8-bitowego rejestru przesuwanego i zeruje licznik 4-bitowy.

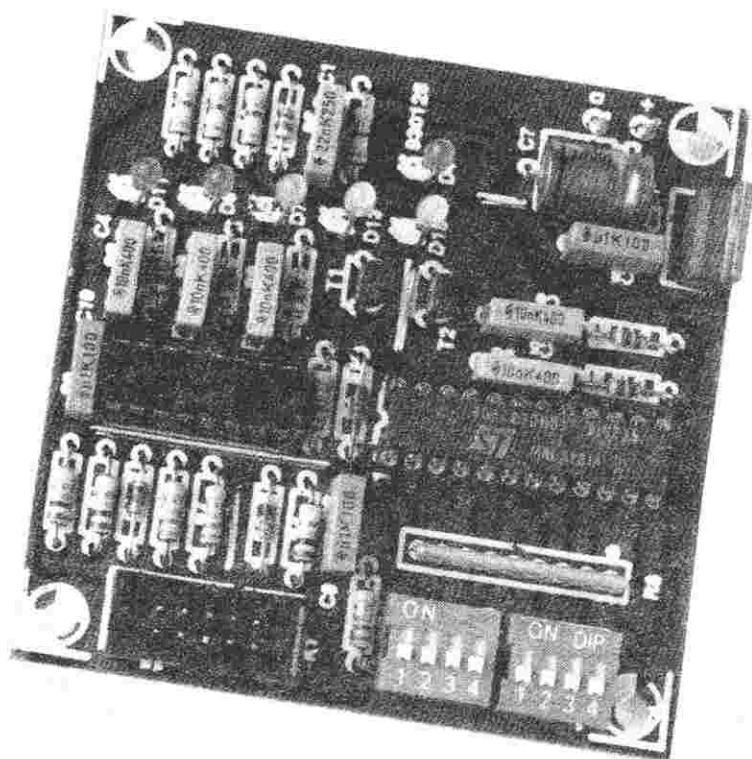


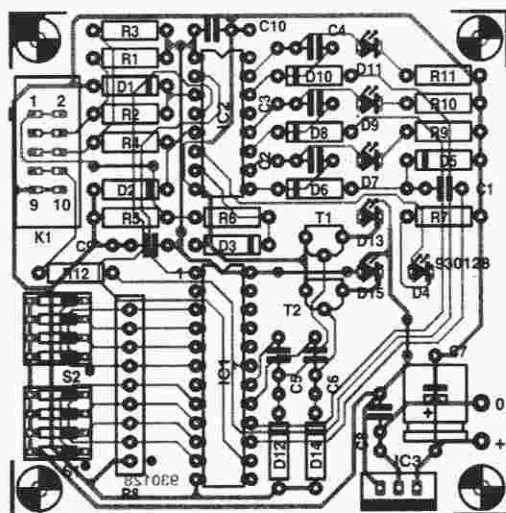
**Rys. 3. Wykresy czasowe pokazujące co się dzieje z sygnałami wchodzącymi do układu GAL.**

wy. Zostaje on również użyty do wyzerowania przerzutnika S-R. Taktowany przez sygnał SCL rejestr przesuwany przetwarza przesłany linią SDA adres szeregowy (7-bitowy adres + bit R/W) w 8-bitowe słowo równoległe. Na sche-

macie blokowym najstarszy bit (MSB, most significant bit) znajduje się na skrajnym lewym wyjściu rejestru przesuwanego (SHIFT REGISTER). Siedem pierwszych odebranych bitów tworzy adres, zaś bit ósmy wskazuje kierunek przepływu danych. Zero oznacza: stacja główna jest gotowa do wysyłania danych (write). Jedynek oznacza: stacja główna jest gotowa do odbioru danych (read). Wyjścia rejestru przesuwanego są połączone z 8-bitowym komparatorem, który także odczytuje kombinację bitów ustawioną na dwóch poczwórnych przełącznikach DIP, S1 i S2. Gdy otrzymany adres zgadza się z ustawieniem przełączników DIP, komparator wysyła do układu logicznego, pokazanego w prawym dolnym rogu schematu blokowego, sygnał "match".

Stany przerzutnika i licznika 4-bitowego zostają dodane dla upewnienia się, że bajt wykryty przez komparator rzeczywiście jest bajtem adresu. Takie podwójne sprawdzanie jest konieczne, ponieważ taki sam układ bitów może być przekazywany w czasie wpisywania danych. Przerzutnik i licznik są zerowane przez sygnał "edge" (który pojawia się po sygnale startu), po czym licznik 4-bitowy jest taktowany sygnałem SCL. Przerzutnik jest ponownie ustawiany przez układ logiczny w czasie gdy nadchodzi dziewięć impulsów, które następują po sygnale startu. Trzy wyjścia (15, 16 i 19) są połączone





Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej testera. Mozaika ścieżek płytki jest pokazana na wkładce.

z trzema buforami (IC2d, IC2e i IC2f), które na skutek dodania kondensatorów działają jak przerzutniki monostabilne. Jest to konieczne, ponieważ impulsy z wyprowadzeń 16 i 19 są "krótkie". Dzięki temu LEDy sterowane przez te przerzutniki świecą dostatecznie długo, aby sygnalizacja była wyraźnie widzialna. C1 i D5 dołączone do wyjścia 15 zapewniają, że sygnalizowane są narastające (dodatnie) zbocza impulsów.

Poprawne odebranie bajtu, adresowanego do danego układu scalonego, jest potwierdzane przez ten układ impulsem ACK. Nadawca (w tym wypadku nadrzędny układ scalony) wysyła stan wysoki na linię SDA i czeka, aż podrzędny układ scalony przywróci jej ponownie stan niski. Jeżeli to nie nastąpi, komunikacja pomiędzy obu układami scalonymi zostaje przerwana. LED ACK świeci, jeżeli bajt adresu został potwierdzony przez podrzędny układ scalony. W takim przypadku można być pewnym, że podrzędny układ scalony działa (a w każdym razie działa jego sekcja komunikacji z I<sup>2</sup>C).

Pozostały bufor, IC2c, posłużył do wykonania prostego testera logicznego, służącego do wizualizacji poziomów logicznych. Podobnie jak na wejściach SDA i SCL, i tu zastosowano ograniczanie napięć wejściowych do około 5,6V.

Zasilacz jest konwencjonalny, składa się z nieregulowanego stabilizatora napięcia 7805 i standardowych kondensatorów blokujących, zmniejszających zakłócenia i tętnienia. Transformator sieciowy jest przyłączony z zewnątrz, w typowym zasilaczu 9-15V. Jest to rozwiązanie bezpieczne i tanie.

## Montaż

Tester montuje się łatwo na płytce drukowanej pokazanej na rys. 4. GAL umieszcza się na końcu, aby nie narażać go na uszkodzenie w czasie lutowania pozostałych elementów.

Płytę czołową zaprojektowano w taki sposób, aby funkcje LED i przełączników mogły być jasno oznaczone. Trzeba pamiętać o głębokości obudowy przy montażu LED, przełączników DIP i złącza K1, powinny one bowiem być dostępne z zewnątrz. Najlepszym rozwiązaniem jest montaż płytki bezpośrednio za płytą czołową, na tulejkach dystansowych odpowiedniej wysokości.

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

R1, R3, R5: 100kΩ  
R2, R4, R6, R12: 22kΩ  
R7, R9, R10, R11: 390Ω  
R8: 8 x 10kΩ, zespolony

### Kondensatory

C1: 22nF  
C2-C6: 10nF  
C7: 100μF, 16V  
C8, C9, C10: 100nF

### Półprzewodniki

D1, D2, D3: 5,6V, 400mW dioda Zenera  
D4, D9, D11: czerwona LED, φ 3mm  
D5, D6, D8, D10, D12, D14: 1N4148  
D7: zielona LED, φ 3mm  
D13, D15: żółta LED, φ 3mm  
T1, T2: BC550  
IC1: GAL6001, kod 6341  
IC2: 4050  
IC3: 7805

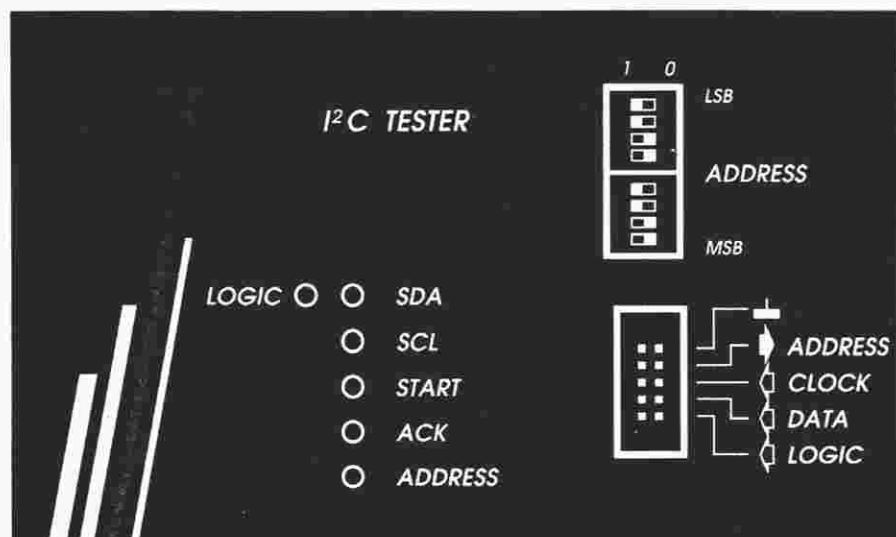
### Różne

K1: złącze 10-stykowe w osłonie, proste, do płytek drukowanych

S1, S2: poczwórny przełącznik DIP

płytką drukowaną wraz z zaprogramowanym GAL, kod 930128

zasilacz sieciowy 9...15V



Rys. 5. Proponowana płyta czołowa testera (nie zachowano skali).



Gniazdko zasilania montuje się z boku obudowy, zaś jego typ zależy, rzecz jasna, od użytego zasilacza sieciowego.

Na koniec trzeba wykonać kabel do testowania. Składa się on z około 50cm przewodu taśmowego z zaciśniętym na nim 10-stykowym gniazdem IDC z jednego końca i miniaturowymi chwytakami z drugiego. Chwytaki powinny być wyraźnie oznaczone dla uniknięcia pomyłek.

Tester jest więc gotowy do pomiarów na układach I<sup>2</sup>C o niemal dowolnej złożoności.

Problem, z jakim można się spotkać w czasie pomiarów, to nieznanomość adresów układów scalonych przyłączonych do magistrali. Chociaż podstawowe adresy większości układów scalonych I<sup>2</sup>C są oznaczane przez producentów, to projektant układu może ustalać część adresu za pośrednictwem niektórych wyprowadzeń. Należy mieć zatem pod ręką jak najwięcej informacji o układach scalonych, a przede wszystkim schemat badanego urządzenia. Dla ułatwienia, adresy znacznej liczby układów scalonych I<sup>2</sup>C firmy Philips Semiconductors są zestawione w tabeli 1. Jednak w razie napotkania układów scalonych bez wyraźnie rozpoznawalnych adresów nie pozostaje nic innego, jak próbowanie nastawiania różnych adresów przełącznikiem DIP i sprawdzanie, czy układ scalony odpowiada na operacje odczytu/wpisania przez układ nadrzędny. ■

Układy, związane z magistralą I<sup>2</sup>C, uprzednio publikowane w *Elektor Electronics*:

Inter-IC communications, September 1990

Video digitizer, July/August 1991

I<sup>2</sup>C interface for PCs, February 1992

I<sup>2</sup>C LED display, June 1992

Speech/sound memory, December 1992

I<sup>2</sup>C alphanumeric display, September 1993

oraz w *Elektorze Elektroniku*:

Karta opto-przełącznikowa I<sup>2</sup>C, październik 1993

Graficzny wyświetlacz LCD dla magistrali I<sup>2</sup>C, listopad 1993

Bezpiecznik magistrali I<sup>2</sup>C, styczeń 1993

Wyłącznik mocy I<sup>2</sup>C, styczeń 1994.

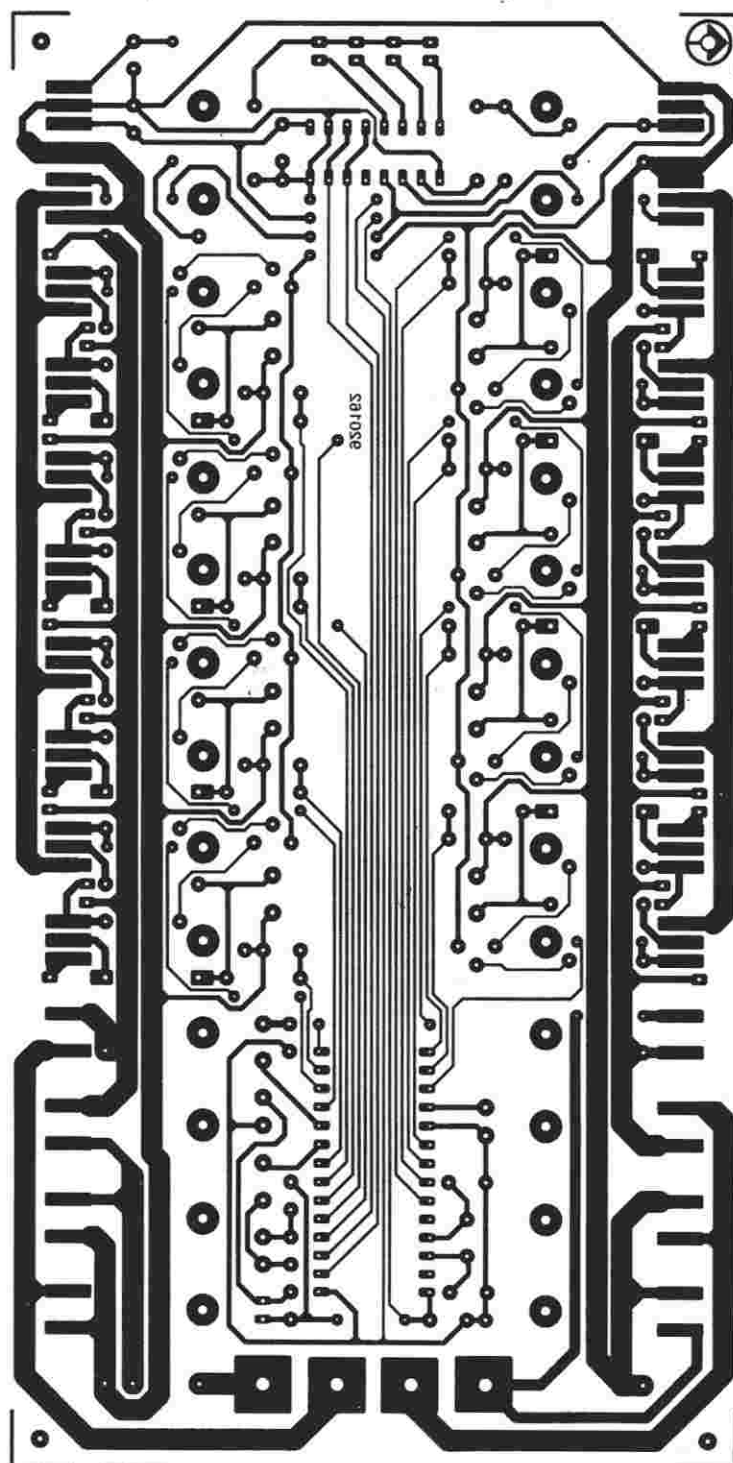
Type	Function	Address							
n.a.	"general call" address	0	0	0	0	0	0	0	X
n.a.	reserved addresses	0	0	0	0	Y	Y	Y	X
		1	1	1	1	Y	Y	Y	X
PCD3311/12	DTMF/modem/tone generator	0	1	0	0	1	0	A1	X
PCF8200	speech synthesizer	0	0	1	0	0	0	0	X
PCF8566	universal LCD driver	0	1	1	1	1	1	A1	X
PCF8570/71	static RAM (256x8/128x8)	1	0	1	0	A3	A2	A1	X
PCF8570C	static RAM (256x8)	1	0	1	1	A3	A2	A1	X
PCF8572	EEPROM (128x8)	1	0	1	0	A3	A2	A1	X
PCF8573	realtime clock/calendar	1	1	0	1	0	A2	A1	X
PCF8574	remote 8-bit I/O-expander	0	1	0	0	A3	A2	A1	X
PCF8574A	remote 8-bit I/O-expander	0	1	1	1	A3	A2	A1	X
PCF8576	universal LCD driver	0	1	1	1	0	0	A1	X
PCF8577	LCD direct/duplex driver	0	1	1	1	0	1	0	X
PCF8577A	LCD direct/duplex driver	0	1	1	1	0	1	1	X
PCF8578	LCD-driver for dot matrix	0	1	1	1	1	0	A1	X
PCF8579	LCD-driver for dot matrix	0	1	1	1	1	0	A1	X
PCF8582A	EEPROM (256x8)	1	0	1	0	A3	A2	A1	X
PCF8583	clock/calendar w. static RAM	1	0	1	0	0	0	A1	X
PCF8591	8-bit A/D and D/A converter	1	0	0	1	A3	A2	A1	X
SAA1064	4-digit LED driver	0	1	1	1	0	A2	A1	X
SAA1136	PCM audio interface	0	0	1	1	1	1	0	X
SAA1300	tuner switching circuit	0	1	0	0	0	A2	A1	X
SAA3028	IR transcoder (RC-5)	0	1	0	0	1	1	0	X
SAA4700	VPS dataline processor	0	0	1	0	0	0	A1	X
SAA5243/45	comp. controlled teletext circuit	0	0	1	0	0	0	1	X
SAA9020	memory controller	0	0	1	0	1	A2	A1	X
SAA9050/51	dig. multistandard TV-decoder	1	0	0	0	1	0	1	X
SAA9055P/8A	dig. SECAM decoder	1	0	0	0	1	0	1	X
SAA9055P/8E	dig. SECAM decoder	1	0	0	0	1	1	1	X
SAA9062/63/64	dig. deflection controller	1	0	0	0	1	1	0	X
SAA9068	picture-in picture controller	0	0	1	0	0	1	A1	X
SAB3035/36/37	comp. tuning interface	1	1	0	0	0	A2	A1	X
SAF1135	data line decoder	0	0	1	0	0	A2	A1	X
TDA8370	TV sync processor	1	0	0	0	1	1	0	X
TDA8400	comp. interface prescaler synth.	1	1	0	0	0	A2	A1	X
TDA8405	stereo TV sound processor	1	0	0	0	0	1	0	X
TDA8420/8421	stereo audio processor	1	0	0	0	0	0	A1	X
TDA8425	stereo audio processor	1	0	0	0	0	0	1	X
TDA8440	video/audio switch	1	0	0	1	A3	A2	A1	X
TDA8442	colour decoder interface	1	0	0	0	1	0	0	X
TDA8443A	YUV/RGB interface	1	1	0	1	A3	A2	A1	X
TDA8444	8-fold 6-bit DAC	0	1	0	0	A3	A2	A1	X
TDA8461	PAL/NTSC decoder	1	0	0	0	1	0	A1	X
TDA8440	switch for TV receivers	1	0	0	1	A3	A2	A1	X
TEA6000/6100	FM/IF system and $\mu$ P tuner	1	1	0	0	0	0	1	X
TEA6300(T)/10T	sound fader circuit	1	0	0	0	0	0	0	X
TEA6330T	control amplifier	1	0	0	0	0	0	0	X
TEA6360	equalizer	1	0	0	0	0	1	A1	X
TSA5510(T)	1.3-GHz frequency synthesizer	1	1	0	0	0	A2	A1	X
TSA6057(T)	radio PLL frequency synthesizer	1	1	0	0	0	1	A1	X
UMA 1000T	data processor for cordless tel.	1	1	0	1	1	A2	A1	X
UMA 1010T	un. synthesizer for radio comm.	1	1	0	0	0	0	A1	X

A3, A2 lub A1 - bit adresu programowany przez użytkownika

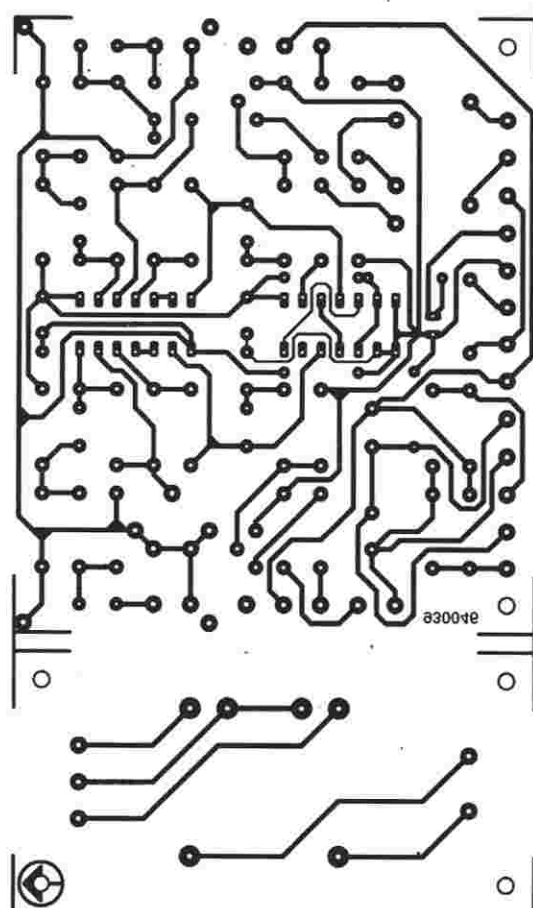
X - R/W bit (1 - odczyt, 0 - zapis)

Y - nieistotny

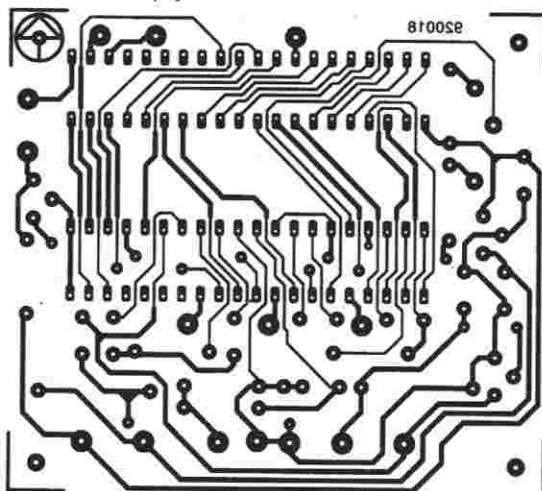
**Tab. 1. Układy scalone z rodziny PC i ich szyny adresowe - zachowano oryginalne nazwy z katalogu Philipsa (za zgodą Philips Components).**



Ladowarka ogniw niklowo-kadmowych z mikrokontrolerem

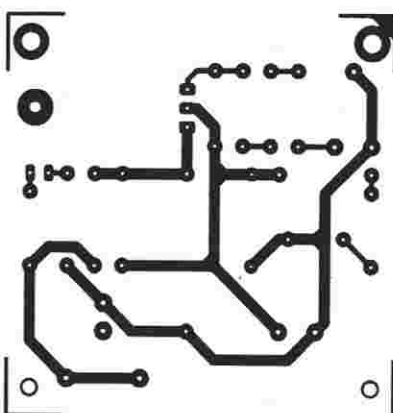
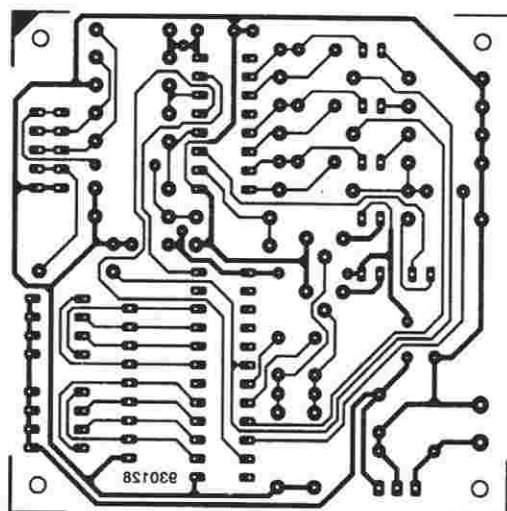


Fazomierz - płytka fazomierza i zasilacza



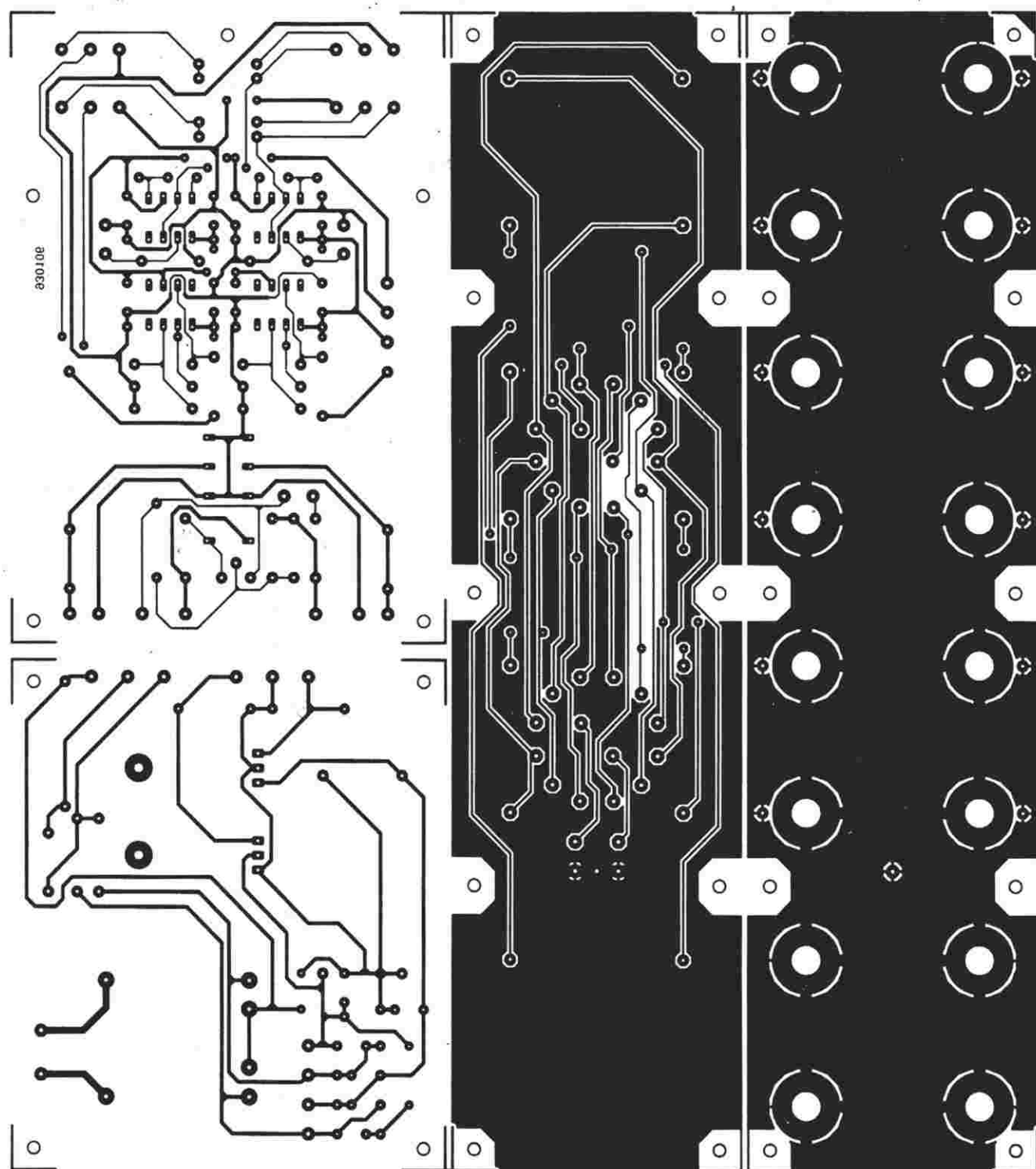
Fazomierz - moduł woltomierza

Tester PC



Utrzymywanie akumulatorów w dobrej kondycji

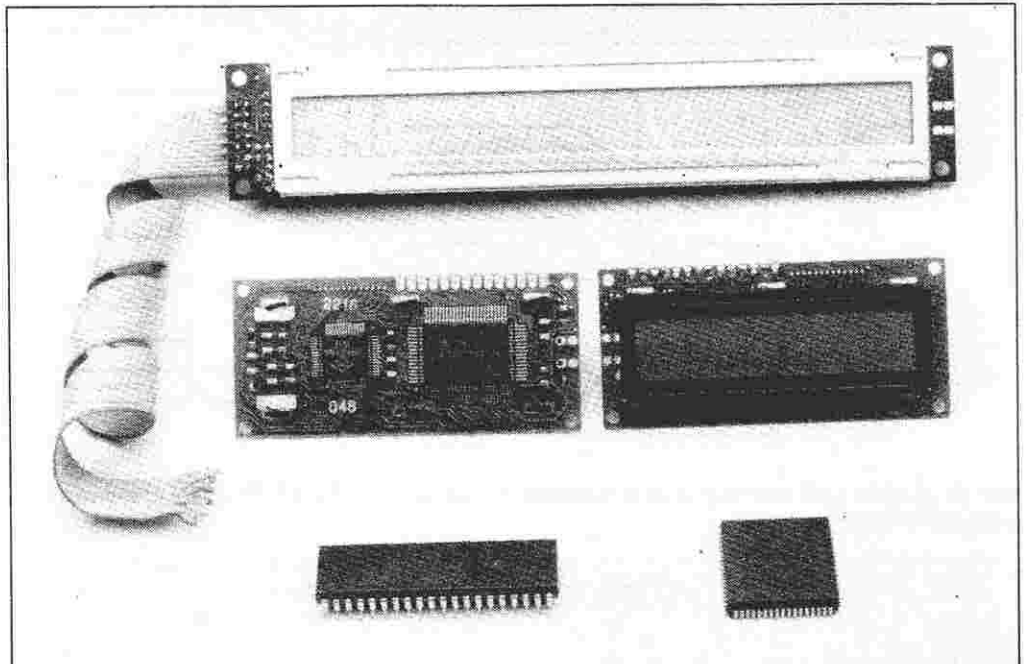


*Mini przedwzmacniacz*

# Wyświetlacze LCD

Wyświetlacze ciekłokrystaliczne są nadzwyczaj łatwe do sterowania, łatwo jest także dostosować je do wymagań konkretnego układu. Niniejszy artykuł wyjaśnia, w jaki sposób można moduły LCD dołączyć do szyny mikroprocesora MCS51.

M.Reichtomann



Chociaż mikroprocesory znakomicie nadają się do układów sterowania, to komunikacja z nimi nie jest łatwa. Może w niej pomóc wyświetlacz LCD. Ponieważ większość z nich współpracuje z kontrolerem Hitachi, dość łatwo można zbudować standardowy układ interfejsu dostosowany do specyfikacji takiego kontrolera.

Rysunek 1 przedstawia moduł wyświetlacza zintegrowany z szyną mikroprocesora, jaką można znaleźć w systemie MCS51. Wiele sygnałów, takich jak szyna danych, linie adresowe, zasilanie, można dołączyć do wyświetlacza bezpośrednio. Ponieważ moduł stawia jednak kilka wymagań dotyczących przebiegów czasowych sygnału

R/W i wejścia E, sterowanie tymi sygnałami wymaga niewielkiej modyfikacji.

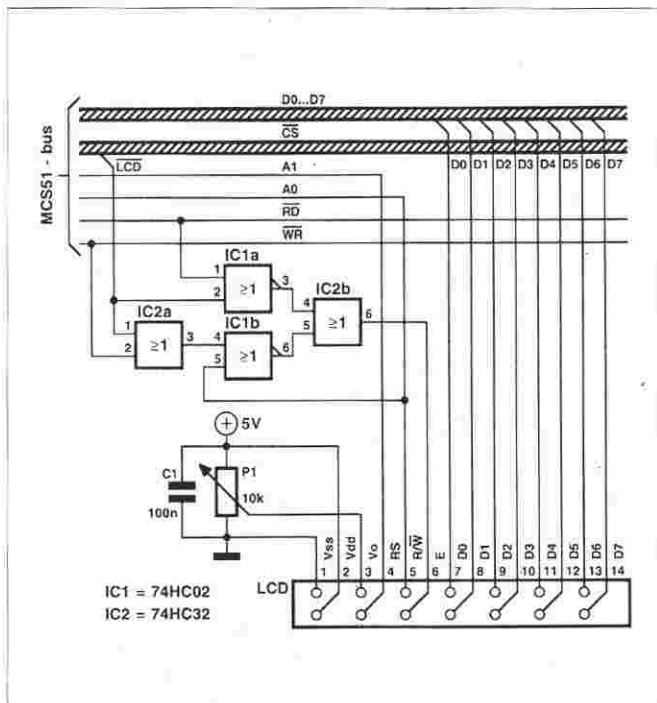
Najważniejsze sygnały, związane ze sterowaniem modułu LCD, pokazano na rys. 2. Widać, że sygnały RS i R/W muszą być aktywowane 140ns przed sygnałem E, a sygnał E musi trwać nie krócej niż 450ns. Na koniec, sygnały RS, R/W i sygnały na liniach danych muszą podczas operacji zapisu pozostawać aktywne nie krócej niż przez 20ns po zwolnieniu linii E.

Mikrokontroler odczytuje dane z szyny danych zazwyczaj podczas narastającego zbocza sygnału R/W. Sygnał ten pojawia się w czasie, w którym na odpowiednich szynach dostępne są zarówno ważne adresy jak i właściwe dane. Na rysunku przebiegów czasowych (rys. 3) nie można znaleźć położenia sygnału dostępu E (ang. enable) wymaganego przez moduł wyświetlacza.

Wszystkie przebiegi czasowe sygnałów procesora pochodzą bezpośrednio od zegara systemowego i przez to są wielokrotnościami okresu zegara wykorzystywanego przez mikrokontroler. W niektórych przypadkach niezbędne jest zredukowanie tych czasów o kilka nanosekund w celu wyeliminowania opóźnienia w różnych podukładach procesora. Rys. 3. przed-

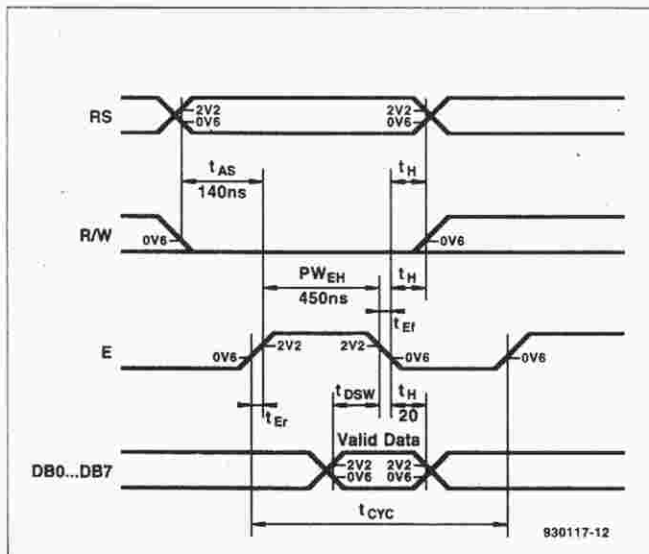
stawia przebiegi czasowe sygnałów na szynie procesora MCS51. Jak pokazano na rys. 1, wyświetlacz LCD jest sterowany sygnałami LCD, RD, WR i A0. Jedynym sposobem spełnienia wymagań czasowych wyświetlacza jest dołączenie linii adresowej A0 do linii sygnału odczyt/zapis R/W (ang. read/write) modułu wyświetlacza. Ta linia adresowa staje się ważna znacznie przed pojawieniem się na szynie procesora zbocza sygnału R/W. W konsekwencji, za każdym razem, kiedy dane z modułu są odczytywane lub są do niego zapisywane, musi być wybierany inny adres. Podczas zapisu poziom wejścia R/W musi być niski, A0 jest wtedy także w stanie niskim. Podczas odczytu poziom R/W musi być wysoki, wtedy A0 jest także w stanie wysokim. Sygnał LCD przychodzi z dekodera adresów i znajduje wyświetlacz pod adresem ustalonym przez użytkownika. W omawianym systemie adresem bazowym modułu LCD jest D000H, co określa kompletny adres następująco:

Operacja zapisu Write D000H  
Operacja odczytu Read D001H  
Zapis danych Write D002H  
Odczyt danych Read D003H  
Następnie można określić czasy trwania poszczególnych sygnałów jako funkcję częstotliwości zegara procesora. Należy pa-



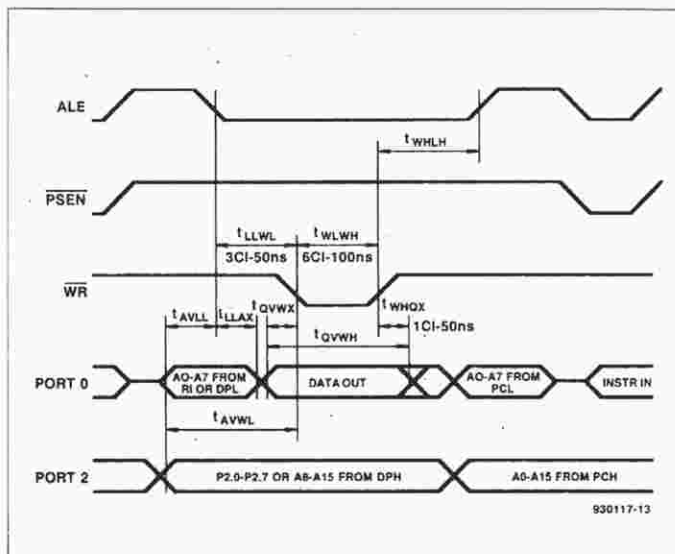
Rys. 1. Wbudowanie wyświetlacza LCD do systemu MCS51





Rys. 2. Moduły LCD stawiają pewne wymagania dotyczące przebiegów czasowych.

zegar [MHz]	$t_{AS}$ [ns]	$PW_{EH}$ [ns]	$t_H$ [ns]
8	325	650	75
10	250	500	50
12	200	400	33,3
16	138	275	12,5



Rys. 3. Przebiegi czasowe szyny MCS51.

miętać o wcześniej podanych ograniczeniach. System sprawuje się dobrze do częstotliwości pracy 10,9 MHz, jednak przy większych częstotliwościach zaczynają się kłopoty. Przy tak wysokich częstotliwościach jedynym rozwiązaniem jest dołączenie wyświetlacza do portu wejścia/wyjścia. W zależności

ci od wybranego trybu pracy (4-bitowy lub 8-bitowy) wymaganych jest siedem lub jedenaście linii sterujących. Napięcie służące do ustawienia kontrastu wyświetlacza LCD podawane jest poprzez potencjometr P1. W większości przypadków zakres napięcia 0...5V jest całkowicie wystarczający. ■

## KATALOGI

### SGS-Thomson

CMOS B SERIES	290.000
COMPUTER PERIPHERAL ICs	290.000
LINE CARD	325.000
NON-VOLATILE MEMORIES	310.000
POWER BIPOLAR TRANSISTOR	280.000
IMAGE PROCESSING	180.000
POWER MOS DEVICES	250.000
SHORT FORM '90-'91	270.000
SHORT FORM '92-'93	250.000
STATIC RAMs	250.000
TELEPHONE SET	260.000
VIDEO PRODUCT Vol.1	240.000
VIDEO PRODUCT Vol.2	220.000
Z8 MCU FAMILY	290.000
ZENER, SCHOTTKY & RECTIFIER DIODES	240.000
SMART POWER	120.000
THYRISTORS & TRIACS	120.000

### ECA

&TTL7400-748003	550.000
-----------------	---------

### Samsung

#CMOS CONSUMER 90 SAMSUNG DATENBUCH	140.000
-------------------------------------	---------

### NEC

INTELLIGENT PERIPHERAL DEVICES 1990	250.000
MICROPROCESSORS USER'S MANUAL 91/92	180.000

### Motorola

RF DEVICE DATA VOL. I+II	920.000
BIPOLAR POWER TRANSISTOR DATA	488.000
MEMORY DATA	660.000
OPTOELECTRONICS DEVICE DATA	230.000
FAST AND LS TTL DATA	290.000
CMOS/NMOS SPECIAL FUNCTIONS DATA	190.000
TELECOMMUNICATIONS DEVICE DATA	440.000
THYRISTOR DEVICE DATA	370.000
FAST DATA	230.000
ECLPS DEVICE DATA	110.000
68000/2030/40 PROG. REF. MANUAL	380.000
68000/1010/HC000 HW/SW MANUAL	240.000
68000 FAMILY REFERENCE	840.000
MC68020 USERS MANUAL	440.000
MC68340 USERS MANUAL	550.000
TOKEN BUS CONTROLLER USER'S MANUAL	240.000
68851 PAGED MEMORY MANAGEMENT UNIT	840.000
68981/882 USER MANUAL	840.000

### RISC CACHE/MEMORY MANAGEMENT UNIT

510.000	
<b>INSC</b>	
DATA COMMUNICATION LOCAL AREA NET	240.000
DISCRETE DATABOOK /89	540.000
EMBEDDED SYSTEM PROCESSOR DATABOOK/88	620.000
INTERFACE DATABOOK /88	740.000
MASS STORAGE HANDBOOK /89	540.000
MICROPROCESSOR DATABOOK /89	820.000
LOCAL FAIRCHILD CCD DATABOOK	320.000

### Toshiba

PHOTOCOUPERS DATABOOK	270.000
MINIFLAT PHOTOCOUPLER DATABOOK	140.000
NON VOLTILE MEMORY DB	140.000
MOS MEMORY PRODUCTS DATABOOK	656.000
MOS MEMORY (V-RAM, SRAM) 91	720.000
4 BIT MICROCONTROLLER TLCS-42 89'	80.000
4 BIT MICROCONTROLLER 90'	110.000
4 BIT MICROCONTROLLER TLCS47,470,91'	140.000
CMOS LOGIC STANDARD SERIES 90'	540.000
LED LAMPS 89'	210.000
DISCRETE & OPTO SEMICONDUCTORS	70.000
DISCRETE SEMICONDUCTORS	70.000
SSR TOSHIBA SOLID STATE AC RELAYS	140.000
CMOS A/D CONVERTER SERIES	70.000
8BIT MICROPROCESSOR TLCS-230 ASSP 91	540.000
LCD DRIVER/CONTROLLER LSI 89'	140.000
HIGH FREQ. SMD 90'	140.000

### Brooktree

BROOKTREE PRODUCT DATA	680.000
------------------------	---------

### Harris

DIGITAL SIGNAL PROCESSING DATABOOK	120.000
------------------------------------	---------

### Hewlett-Packard

MICROWAVE & RF DESIGNER'S CAT. 2091	610.000
-------------------------------------	---------

### Texas Instruments

ADV LOG&BUS INT.LOG.DB SCYD001	520.000
--------------------------------	---------

### Intel

COMPONENTS QUALITY/RELIABILITY	420.000
EMBEDDED APPLICATIONS	1.300.000
MICROCOMMUNICATION	1.240.000

MICROCOMPUTER PRODUCTS	1.320.000
PACKING	420.000
PERIPHERAL COMPONENTS	1.420.000
PRODUCT GUIDE	430.000
MICROPROCESSORS VOL. I + II	1.420.000

### Hitachi

8/16 BIT MICROPROCESSOR DATABOOK	750.000
HD647180X 8 BIT MICROCONTR.L.M.	220.000
4 MEGA BIT DRAM DATA BOOK-HITACHI	370.000
SRAM DATA BOOK-HITACHI	620.000
SEMIC.DEV.FOR COMMUNIC.APPL.D.B.	470.000
POWER & DISK DRIVE I.C.D.B.	550.000
DRAM DATA BOOK-HITACHI	730.000
IC MEMORY DATABOOK-HITACHI	940.000
FAX DEMO SYSTEM	275.000
SERIAL COMMUN.AD.HD64570 UM	210.000
H8/320,325,324,323,322 HARDWARE MAN	250.000
H8/520,HD6475208,6435208 HARDWARE M.	295.000

### UMC

COMMERCIAL DATA BOOK '93/94	330.000
MEMORY 92	50.000

### Bourns

SOLUTIONS GUIDE	450.000
-----------------	---------

### Philips

80C51-BASED 8-BIT MICROCONTROLLERS	745.000
------------------------------------	---------

### GEC Plessey

CONSUMER IC HANDBOOK	630.000
DIGITAL SIGNAL PROCESSING IC HANDBOOK	450.000
TELECOMS IC HANDBOOK	630.000

### Zilog

ZILOG MICROPROCESSORS & PERIPHERALS V.I	630.000
ZILOG MICROPROCESSORS & PERIPHERALS V.II	460.000
Z80180/Z180 MPU USERS MANUAL	300.000
Z180180/Z85180 PRODUCT SPECIFICATION	220.000

Można nabyć w sklepie firmowym AVT  
Warszawa, ul. Prosta 69 lub za zaliczeniem  
pocztowym (koszt przesyłki - 25.000,- zł).  
Zamówienia kierować na adres:  
02-777 Warszawa 130, skr.poczt. 271

# PODSYSTEM ANALOGOWY

## Część 1 Powrót analogowego podejścia do elektronicznej aparatury cyfrowej

**Komputer do tego stopnia zrewolucjonizował sposób projektowania układów elektronicznych, że dziś mikroprocesory znajdują się nawet w stosunkowo niewielkich urządzeniach. Komputer - jednocukłowy, osobisty, minikomputer zmontowany w stojaku (jeśli ten termin ma jeszcze zastosowanie), superkomputer - jest zwykle jądrem elektronicznych systemów sterowania czy gromadzenia danych. Nie trzeba daleko szukać, aby napotkać skomputeryzowaną aparaturę naukową, techniczną, urządzenia gospodarstwa domowego czy rozmaite systemy sterujące. Do tego nurtu dołączyli także i hobbisci, budując wszystko, od przyrządów opartych na mikroprocesorach do małych mikrokomputerów. Komputery osobiste, do których można wstawiać różnorodnie skonstruowane specjalizowane karty, znacznie ułatwiają realizację nawet złożonych i poważnych zadań.**

Joseph J. Carr

Chociaż w prasie technicznej pisze się dużo na temat sprzęgania i programowania, to problematyka podsystemów analogowych, widzianych zarówno od strony wejścia komputera, jak i jego wyjścia, nie zajmuje wiele miejsca w publikacjach. Jednakże układy te są ogromnie ważne dla pomyślnego działania systemu, tak ważne, że dalsze ich ignorowanie staje się niebezpieczne.

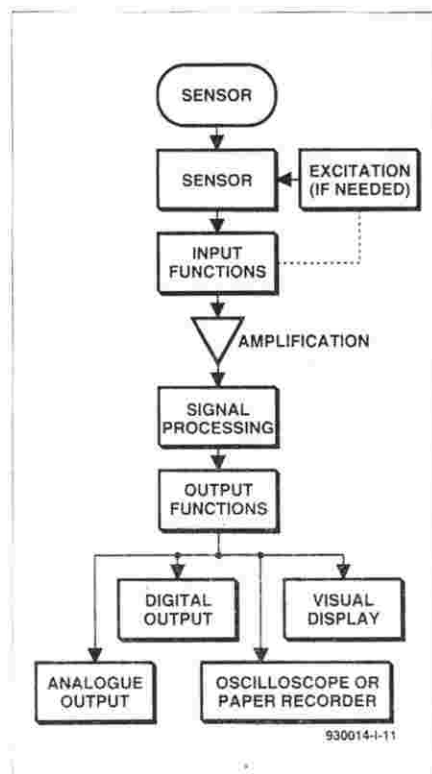
Podsystem analogowy warto przeanalizować także i dlatego, że stanowi on czasem najlepsze rozwiązanie. Brzmi to jak herezja, jednak zanim zostanie zwołany sąd nad czarownicą, niech mi będzie wolno wytłumaczyć, co rozumiem pod pojęciem "Mitu Cyfrowego". Zostaliśmy oczarowani cyfrowym rozwiązywaniem wszystkich problemów, chociaż nie zawsze jest to rozwiązanie najlepsze. Jednakże producenci analogowych układów scalonych nie zostali całkiem wyeliminowani z rynku i mają się zupełnie dobrze.

Można podać szereg przykładów, kiedy wybór pomiędzy rozwiązaniem cyfrowym a analogowym nie jest oczywisty. Przyjrzyjmy się na przykład pomiarowi współczynnika pochłaniania światła

za pomocą dwóch fototranzystorów, polegającemu na ustaleniu stosunku natężenia światła przenikającego przez próbkę do padającego na detektor bezpośrednio albo przez filtr wzorujący kolor światła. Stosunek ten można szybko określić bez potrzeby używania zegara i układów cyfrowych - wystarczy zastosować analogowy wzmacniacz logarytmiczny. W porównaniu z dowolnym rozwiązaniem komputerowym (które może być całkiem kosztowne) układ taki jest prosty. Jeżeli zatem liczy się koszt, to rozwiązanie analogowe może być bardziej wskazane. W niektórych zastosowaniach istotny jest fakt, że sygnał wyjściowy analogowego wzmacniacza logarytmicznego jest ciągle w czasie, w przeciwieństwie do nieciągłego z natury sygnału cyfrowego.

Innym zastosowaniem "podejścia analogowego" jest sytuacja, gdy bardzo mały sygnał analogowy jest nałożony na znaczne napięcie stałe. Przychodzi tu na myśl dwa przykłady. Pierwszy, to sygnał elektrokardiograficzny (EKG). Jest to sygnał analogowy, o amplitudzie rzędu 1mV i fourierowskim widmie częstotliwości od 0,05Hz do ponad 100Hz. Niestety, elektrody chloro-srebrne (Ag-AgCl), używane zazwyczaj do zbierania sygnału z powierzchni skóry, wytwarzają 500mV potencjału półogniwa. Wielkość sygnału wynosi więc  $500 \pm 1\text{mV}$ . Projektanci urządzeń medycznych dla 1mV preferują konwertery 12-bitowe, potrzeba więc znacznie więcej bitów do pokrycia całego zakresu sygnału  $500 \pm 1\text{mV}$ , aby program mógł odjąć 500mV składowej stałej. Konwerter 12-bitowy jest stosunkowo tani i ma 72-decybelowy zakres dynamiki. Wersja 20-bitowa o 120dB zakresie jest już znacznie droższa. Takie zadania mogą być wykonywane (drogo) za pomocą niektórych konwerterów analogowo-cyfrowych (A/C) o bardzo dużej rozdzielczości, typu  $\Delta\Sigma$  A/C, ale również, i to znikomym kosztem, za pomocą zwykłych analogowych układów odtwarzających czy odcinających składową stałą.

Inny przykład pochodzi z obszaru optoelektroniki. Gdy trzeba wykryć małe wahania światła w silnie oświetlonym otoczeniu, sytuacja jest porównywalna do tej z EKG: miliwoltowy sygnał nałożony na duże napięcie stałe.



Rys. 1. System typowego przyrządu analogowego.



Po uwzględnieniu wszystkich poprawek i podsumowaniu wszystkich błędów, często na koniec okazuje się, że układ analogowy jest obciążony mniejszym błędem. Można sobie wyrobić pewien pogląd na ten temat, biorąc jako przykład fabryczny analogowy wzmacniacz logarytmiczny. Gdy wzmacniacz taki jest stosowany bez dopasowywania do konkretnej aplikacji, błąd jest rzędu 1,5 do 3%. Z pomocą zewnętrznych elementów korygujących błąd ten można jednak sprowadzić do poziomu poniżej 0,5%. Natomiast bezpośrednia digitalizacja charakteryzuje się błędem 0,2% amplitudy, 0,03% próbkowania i 0,6% digitalizacji analogowo-cyfrowej, razem 0,83%.

## Systemy aparatury elektronicznej

**Rysunek 1** przedstawia ogólny schemat blokowy skomputeryzowanego przyrządu elektronicznego. Schemat ten stosuje się do szerokiego wachlarza znajdujących się na rynku przyrządów analogowych i cyfrowych, pomimo że jest tylko "przykładem myślowym". Głównymi elementami tego schematu są: parametr wejściowy (bodziec), czujnik lub przetwornik, analogowe formowanie sygnału (parametry wejściowe, wzmocnienie, translacja poziomu i przetwarzanie sygnału) oraz prezentacja lub rejestracja danych wyjściowych czy też inne sposoby przekazywania ich na zewnątrz.

### Bodziec fizyczny

Bodźcem fizycznym, odbieranym przez system, może być temperatura, światło, przemieszczenie, przepływ cieczy lub gazu, oporność elektryczna, potencjał elektryczny i wiele jeszcze innych parametrów fizycznych. W ogólnej dyskusji o aparaturze nie jest ważne, o jaki parametr chodzi, będzie to istotne przy omawianiu szczegółów.

### Czujniki i przetworniki

Czujnik jest urządzeniem, które reaguje na otrzymany bodziec i odpowiada na niego, wysyłając odpowiadający mu wielkością elektryczny sygnał wyjściowy. Przetwornik zamienia energię przekazaną mu przez zjawisko fizyczne w równoważny wielkością prąd lub napięcie.

Często ma miejsce pewna dwuznaczność w stosowaniu pojęć czujnika i przetwornika i nieraz używane są one zamiennie w sposób poprawny. Przetwornik jest urządzeniem, które zamienia energię z jednej postaci w drugą (np. ciśnienie w potencjał elektryczny), podczas gdy czujnik nie zawsze dokonuje jakiegoś rodzaju kon-

wersji, zwłaszcza w sposób oczywisty (jak np. elektroda biopotencjalowa). Elektroda używana w medycznym zapisie elektrokardiograficznym (EKG) jest więc czujnikiem, a nie przetwornikiem, podczas gdy przetwornik ciśnieniowy jest zarówno czujnikiem, jak i przetwornikiem. Głośnik przetwarza sygnał elektryczny o częstotliwości akustycznej na mechaniczne drgania akustyczne. Jest więc przetwornikiem wyjściowym ale nie czujnikiem\*.

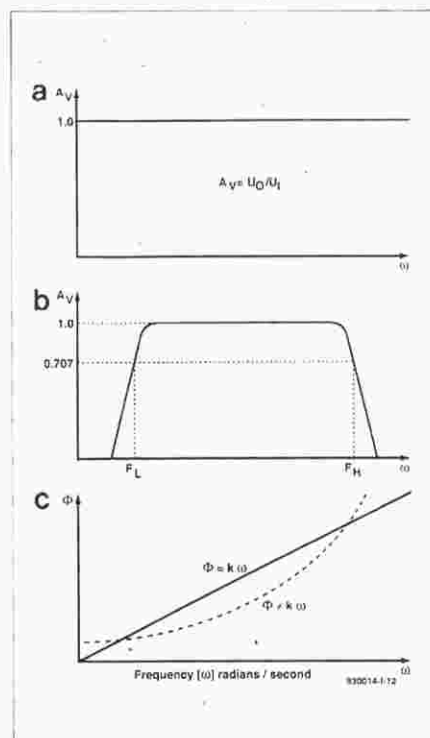
Niektóre parametry fizyczne lub bodźce (np. temperatura, przepływ, ciśnienie, przemieszczenie) wpływają na stan wyjściowy czujnika, który wytwarza sygnał wyjściowy proporcjonalny do przyłożonego parametru. Sygnałem wyjściowym czujnika będzie więc napięcie lub prąd reprezentujący mierzony parametr (np. czujnik temperatury dający napięcie  $U_0 = 10\text{mV/K}$ ). W większości przypadków wielkość tego napięcia czy prądu przedstawia wielkość parametru w momencie pomiaru. W przeciągu czasu zatem, ten prąd lub napięcie przedstawia historię parametru pobudzającego w funkcji czasu. Najbardziej pożądane są czujniki mające charakterystykę liniową względem pobudzającego parametru. Istnieją jednak bardzo użyteczne czujniki o nie całkiem liniowej charakterystyce (czyli liniowej tylko w pewnej części całego swojego zakresu) czy nawet nieliniowe. Czujników takich używa się często nie w całym zakresie albo trzeba je sztucznie linearyzować.

### Funkcje wejściowe

Zadaniem układu wejściowego jest odebranie sygnału z przetwornika i zamiana jego formy na taką (zwykle napięcie), jakiej wymagają następne stopnie. W tej części przyrządu sprzęganie staje się ogromnie ważne. Do funkcji wejściowych należy zwykle wzmocnianie, ale może także należeć zasilanie czujnika napięciem stałym lub zmiennym (zwłaszcza w przypadku czujników mostkowych Wheatstone'a), przesuwanie poziomu napięciem stałym i izolowanie układu wejściowego od pozostałej części przyrządu (często w przyrządach medycznych ze względu na bezpieczeństwo pacjenta).

### Przetwarzanie/wzmacnianie sygnałów

Sygnały wyjściowe większości czujników nie nadają się zazwyczaj od razu do prezentacji, zwykle jest potrzebny jakiś rodzaj formowania. Może ono polegać tylko na wzmocnianiu, ale może także obejmować selektywne filtrowanie częstotliwości, operacje matematyczne, takie jak różniczkowanie, całkowanie, logarytmowanie, antylogarytmowanie albo prosta translacja poziomu



**Rys. 2. a) charakterystyka doskonała; b) rzeczywiste, ograniczone pasmo przenoszenia; c) przesunięcie fazowe w funkcji częstotliwości.**

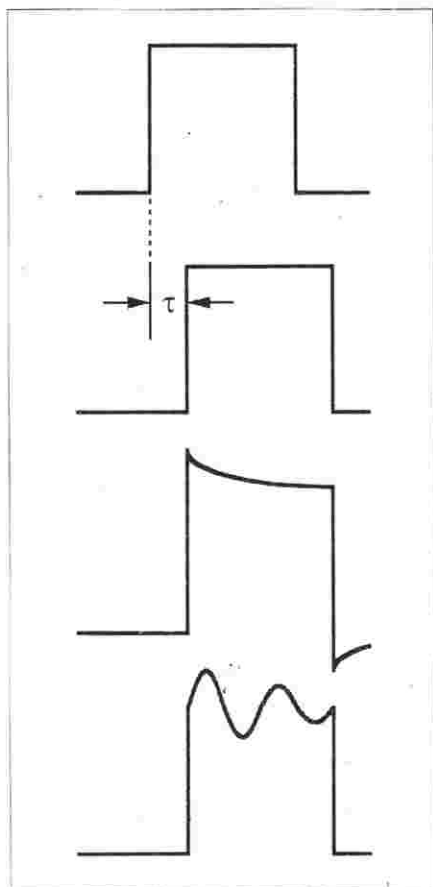
napięcia stałego. Innymi słowy, układ analogowy zachowuje się jak ustalony program, używający analogowego komputera do rozwiązywania wyrażań matematycznych. Niektóre z tych funkcji są lepiej realizowane w układach analogowych, inne w układach cyfrowych lub przez oprogramowanie komputera. W każdym przypadku projektant systemu sam musi zdecydować, które z rozwiązań technicznych jest w danym przypadku najwłaściwsze.

### Funkcje wyjściowe

Sygnał wyjściowy przyrządu, zanim będzie mógł być pokazany, zwykle musi w jakiś sposób zostać przetworzony. Do funkcji wyjściowych można zaliczyć wzmocnianie mocy (jak w przypadku sterownika silnika, znajdującego się w dalszym systemie sterującym), przekształcanie w formę cyfrową przed wprowadzeniem do komputera lub skalowanie napięciowe w celu ułatwienia operatorowi odczytu.

### Sygnał wyjściowy i jego prezentacja

Przyrząd spełni swoje zadanie, jeżeli jego dane wyjściowe zostaną zaprezentowane, zapisane, albo wykorzystane dalej do sterowania. Istnieją różne sposoby prezentacji i spożytkowania sygnału wyjściowego, zależnie od potrzeb. Jeżeli sygnał ma być przekazywany do innego przyrządu w celu dalszego przetworzenia czy wykorzystania, może być potrzebne wyjście analo-



Rys. 3. Wpływ ograniczenia pasma na kształt sygnału prostokątnego.

gowe. Sygnał wyjściowy może być również przekształcany w postać cyfrową (albo też wytwarzany jako cyfrowy) celem przedstawienia w formie cyfrowej. Wykres w funkcji czasu lub wykres X-Y może być przedstawiony na oscyloskopie albo przy pomocy rejestratora. Stosuje się różnego rodzaju monitory wizyjne (zwane alfanumerycznymi), zwłaszcza gdy informacja wyjściowa jest w formie cyfrowej (np. 100torr ciśnienia). Urządzeniem prezentującym lub rejestrującym wynik może być także wskazówkowy miernik elektryczny, dru-

karka cyfrowa, monitor wideo, a nawet zwykłe światło "JEST - NIE MA".

### Taktyka i przetwarzanie sygnału w celu usprawnienia działania czujnika

Wybór czujnika i układu z nim związanego, dokładnie przedstawiających odbierane zjawiska czy zdarzenia fizyczne, kosztuje wiele trudu. Wybrany czujnik, aby właściwie działał w zakresie dynamiki wejściowej, winien mieć płaską charakterystykę częstotliwościową, pozbawioną zniekształceń amplitudowych i fazowych oraz dzwonięcia i rezonansów. Wiąże się z tym częstotliwościowa charakterystyka detektora i systemu przetwarzania sygnału. Rysunek 2a przedstawia charakterystykę systemu doskonale liniowego, którego wzmocnienie jest stałe w całym zakresie częstotliwości. Układy rzeczywiste nie mają oczywiście takich charakterystyk, dlatego zakres częstotliwości sygnału, parametru fizycznego czy układu określa się szerokością pasma przenoszenia.

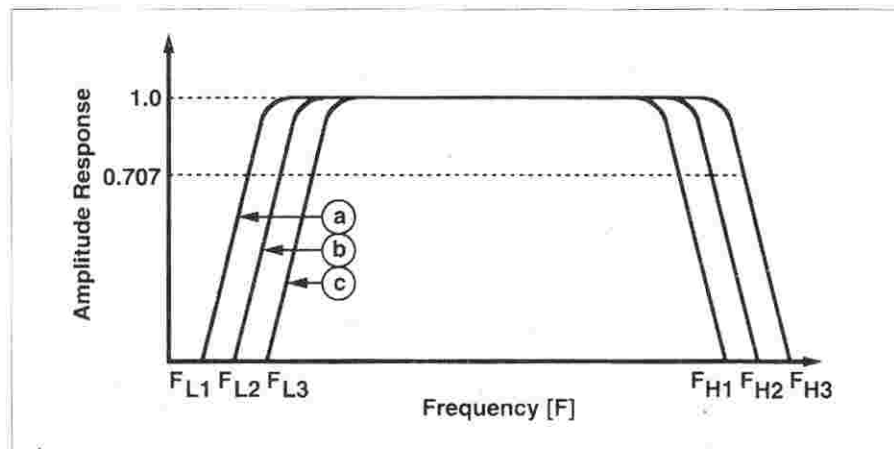
Rysunek 2b pokazuje typową charakterystykę częstotliwościową układu rzeczywistego, którego wzmocnienie pomiędzy dwoma częstotliwościami granicznymi jest stałe. W tym przedziale działanie układu jest bliskie idealnemu, ale poza nim wzmocnienie spada w funkcji częstotliwości z pewnym nachyleniem. Jako częstotliwości graniczne ( $F_L$  i  $F_H$ ) płaskiego obszaru przyjęto uważać takie, przy których wzmocnienie wynosi 70,7% wartości w płaskim zakresie. Nazywa się je punktami -6dB w układzie napięciowym i -3dB w systemie mocy.

Gdy charakterystyka częstotliwości nie jest zupełnie płaska, należy się spodziewać zniekształceń fazowych. Rysunek 2c przedstawia sytuację, gdy przesunięcie fazowe systemu jest funkcją liniową (linia ciągła) częstotliwości

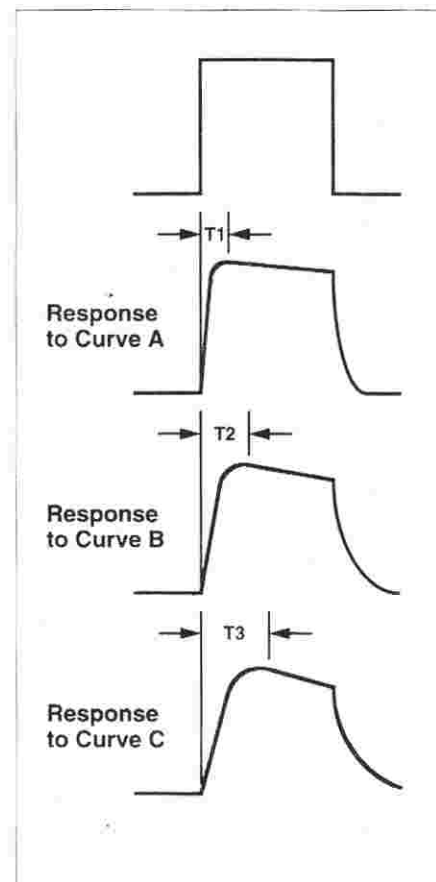
oraz funkcją nieliniową (linia przerywana).

Skutki zniekształceń fazowych są przedstawione w nieco uproszczony sposób na rys. 3. Rysunek 3a przedstawia sygnał wejściowy jako odpowiedź idealnego czujnika na skokową zmianę mierzonego parametru wejściowego. Gdyby układy elektronicznego przetwarzania sygnału i sam czujnik były idealne, to jedyną różnicą byłoby przesunięcie w czasie ( $t$ ), jak to pokazuje rys. 3b, a kształt impulsu nie zostałby zdeformowany. Ale w obecności zniekształceń fazowych impuls zostanie nie tylko przesunięty w czasie, lecz także zniekształcony. Rys. 3c i 3d pokazują dwa rodzaje zniekształceń, mogących towarzyszyć nieliniowości fazy.

To samo zjawisko jest w nieco inny sposób przedstawione na rys. 4 i 5. Można wyobrazić sobie układ, którego pasmo przenoszenia może być zmieniane, jak to ilustrują krzywe a), b) i c) na rys. 4. Krzywa c) jest krzywą najmocniej ograniczającą, a krzywa a) najmniej, ponieważ jej dolna i górna częstotliwość graniczna są najbardziej od siebie oddalone. Wpływ tych charakterystyk na kształt impulsu pokazuje rys. 5. Są to kształty charakterystyczne przy stosowaniu filtrów RC. W praktyce, w razie konieczności użycia filtrów

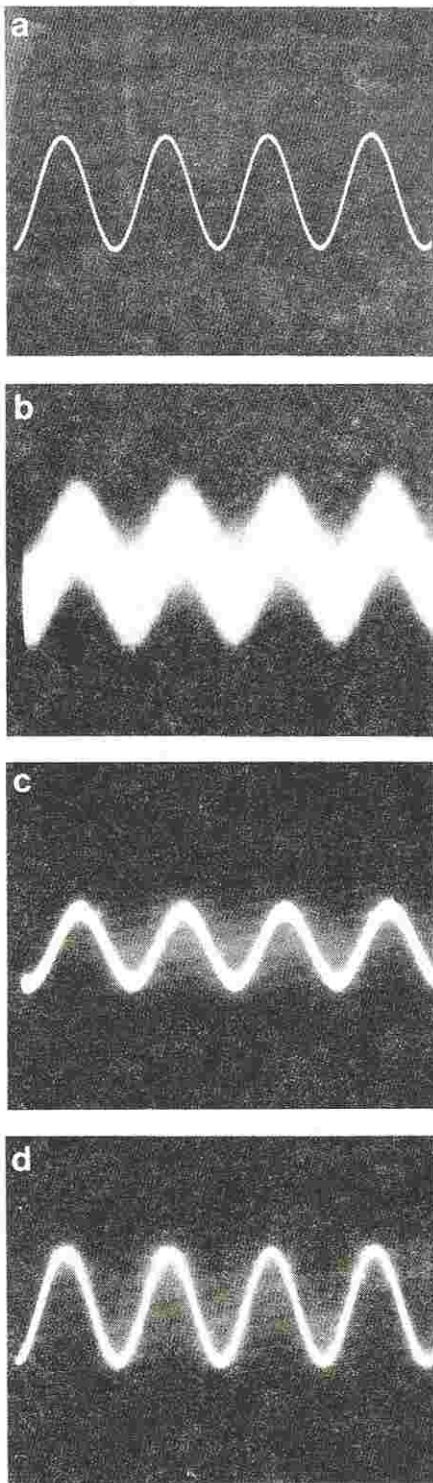


Rys. 4. Trzy różne pasma przenoszenia.



Rys. 5. Kształt impulsu wyjściowego w zależności od pasma z rys. 4.





Rys. 6. a) sygnał o małej amplitudzie; b) ten sam sygnał z szumem; c) po filtracji; d) po silniejszej filtracji.

RC, trzeba się liczyć z tym, że odbije się to na punktach -6dB charakterystyki.

Można by zatem z powyższego wywnioskować, że projektant powinien wybierać wzmacniacze o możliwie najszerszym pasmie przenoszenia. Jednak tak nie jest, ponieważ szerokie pasmo może wywołać inne trudności, co najmniej tak poważne jak omówione

powyżej. Przykładem może być poziom szumów, który jest proporcjonalny do szerokości pasma. Szumowe zakłócenia sygnału wejściowego, podobnie jak dzwonienie lub rezonans, można wyeliminować poprzez właściwy dobór częstotliwości granicznych. Wybór szerokości pasma wzmacniacza i charakterystyki zniekształceń fazowych musi więc zostać dokonany drogą kompromisu pomiędzy wiernym zarejestrowaniem zdarzenia wejściowego a innymi problemami mogącymi pojawić się w systemie.

Bardzo małe sygnały bywają często ukryte w szumie o podobnej amplitudzie. Jeżeli takie sygnały zostaną wzmocnione i doprowadzone wprost do przetwornika analogowo-cyfrowego celem wprowadzenia do komputera, to można się spodziewać znacznych błędów. Można to prześledzić na modelowym przykładzie z rys. 6. Sygnał na rys. 6a to sinusoidalny sygnał 100Hz/1mV. Na rys. 6b przedstawiono ten sam sygnał liniowo zmieszany z różowym szumem generowanym przez diodę Zenera, analogicznie do sytuacji spotykanej w rzeczywistej aparaturze. Oczywiście, wynik bezpośredniego przetworzenia w formę cyfrową będzie obciążony dużym błędem, chyba że użyty zostanie wysokiej jakości, kosztowny system komputerowy. Rys. 6c i 6d pokazują sygnały po filtracji: pierwszy sygnał poddano obróbce za pomocą prostego, biernego filtra RC, drugi - jednostopniowym filtrującym

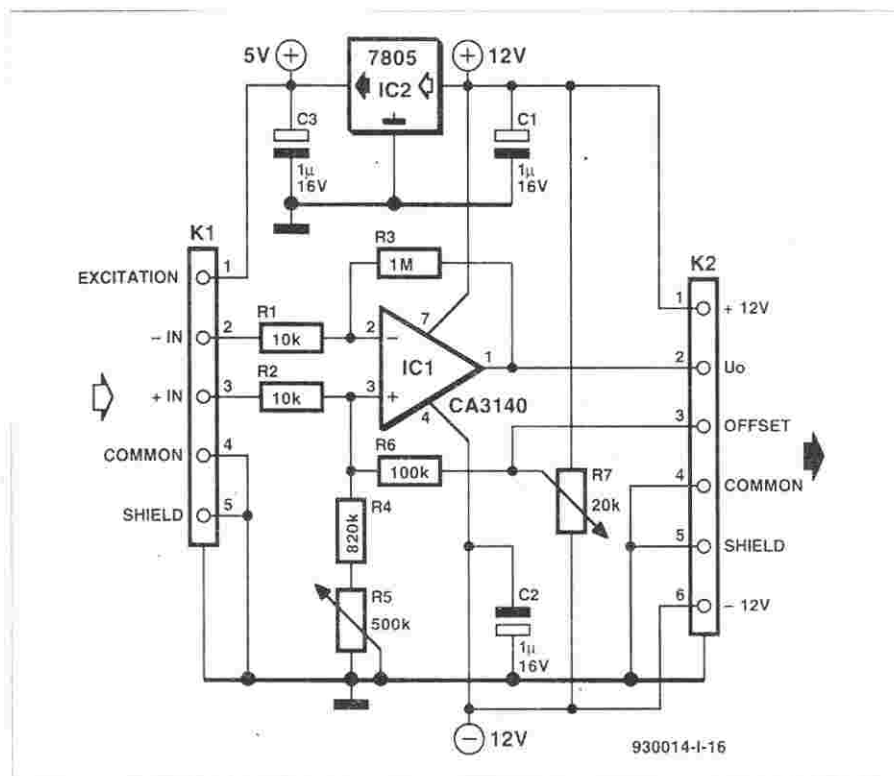
wzmacniaczem operacyjnym. Na rys. 6d pokazano odtworzony sinusoidalny sygnał 1mV, z niewielkim tylko wpływem szumów na błąd.

Nawet wtedy, gdy konwersja do formy cyfrowej następuje w stosunkowo wczesnym stadium przetwarzania, niewielki analogowy fragment układu może znacznie poprawić sygnał. Rys. 7 przedstawia blok wzmacniacza analogowego, jaki skonstruowałem do czujnika siły - przemieszczenia Grass FT-3, stosowanego przez lekarza-fizjologa. Urządzenie generuje sygnał około 180µV/gram siły) który jest bardzo silnie zakłócany przez sieć energetyczną 50Hz. Wstępne 200-krotne wzmocnienie sygnału i niezbyt silna filtracja dolnoprzepustowa w bloku zmontowanym przy czujniku zredukowało zakłócenia do pomijalnego poziomu.

### W następnym numerze

W części 2 tego artykułu zostanie dokonany krótki przegląd problemów sprzęgania czujników ze wzmacniaczami od strony wejściowej podsystemu analogowego.

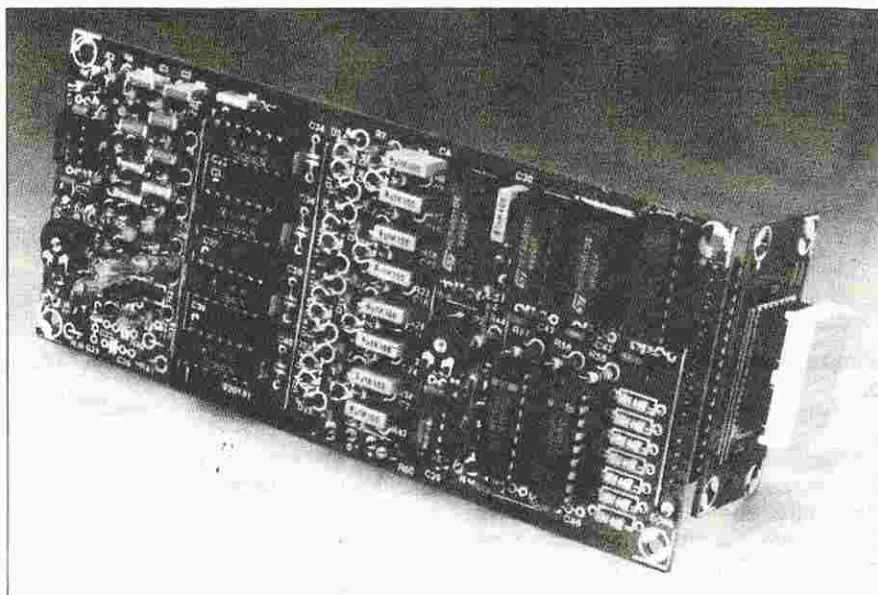
\* Osoby lepiej zorientowane w elektroakustyce wiedzą, że niektóre głośniki, zwłaszcza te o ruchomej cewce, mogą również służyć jako mikrofony - a więc jako czujniki.



Rys. 7. Przedwzmacniacz.



# WSKAŹNIK WIDMA SYGNAŁU



*Uwidocznienie sygnału dźwiękowego na wyświetlaczu słupkowym przemawia do wielu entuzjastów dźwięku wysokiej jakości. Większość znajdujących się w handlu zestawów hi-fi jest wyposażona w wyświetlacz w postaci jednego lub kilku słupków, złożonych z diod elektroluminescencyjnych pulsujących w takt muzyki. Prezentowany wskaźnik widma sygnału ma siedem lub osiem słupków, z których każdy reprezentuje pewną część widma akustycznego.*

T. Giesberts

Miernikiemysterowania jest zażwyczaj wskaźnik wychyłowy, wskazującyysterowanie, na przykład magnetofonu, w "jednostkach poziomu" (VU, Volume Units). Współczesne urządzenia są zwykle wyposażone w miernikysterowania w postaci słupka lub liniiki LED dla każdego kanału.

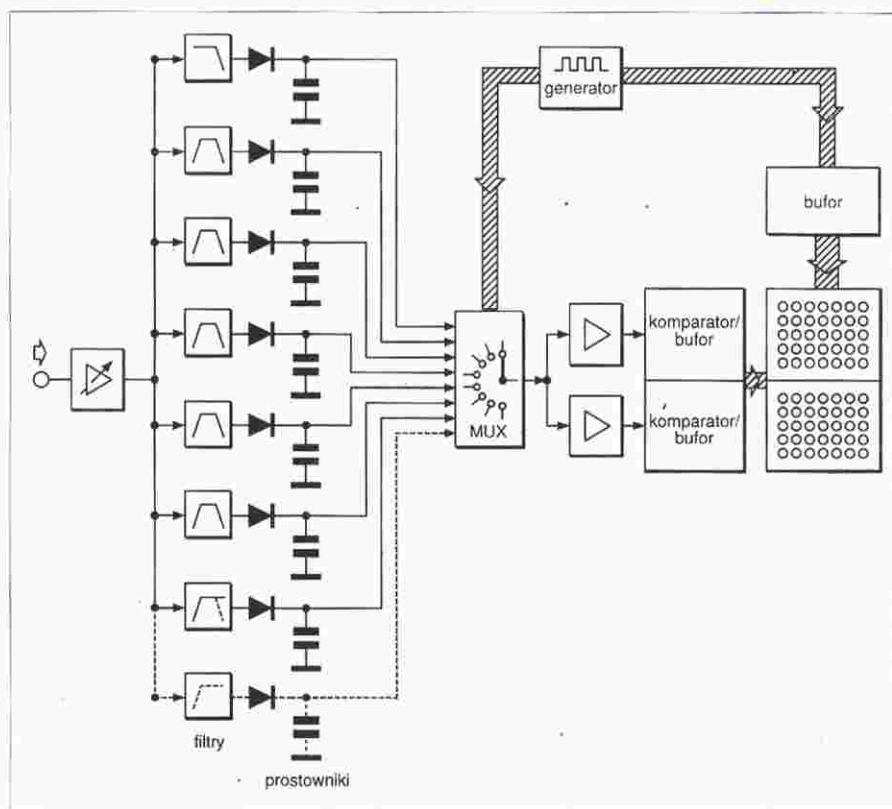
Proponowany wskaźnik widma sygnału jest przeznaczony dla wzmacniacza i wskazuje nie tylko natężenie przychodzącego lub wychodzącego sygnału, ale także jego rozkład widmowy. Widmo dźwięku zostało podzielone na siedem lub osiem pasm, a natężenie w każdym z nich jest wskazywane za pomocą słupka 10 LED. Takie rozwiązanie nie sprawia żadnych trudności konstrukcyjnych, ponieważ użyto gotowych zestawów 5 x 7 lub 5 x 8 diod, zmontowanych jeden nad drugim. Takie zespoły diod są dostępne w handlu w różnych rozmiarach, od 18 x 26mm do 61 x 72mm.

## Zasada działania

Sygnał dźwiękowy jest doprowadzany do wzmacniacza o regulowanym wzmocnieniu a następnie do siedmiu filtrów (rys. 1). Ósmy filtr stosuje się tylko w przypadku szerokich wyświetlaczy, zawierających osiem słupków LED. Najniższy filtr jest dolnoprzepustowy, następnych pięć (lub sześć w przypadku szerokiego wyświetlacza) środkowoprzepustowe, a górny

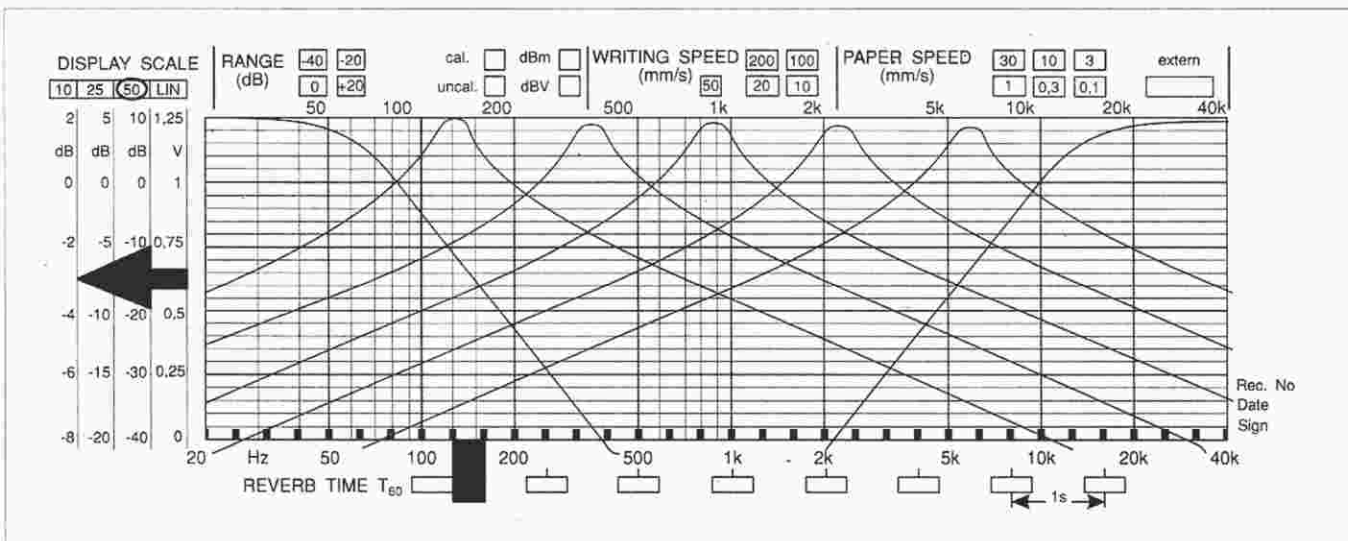
górnoprzepustowy. Dla osiągnięcia dobrego podziału widma akustycznego, przy minimalnej ilości elementów, częstotliwości graniczne i współczynniki Q zostały tak dobrane, aby pasma

łączyły się przy - 10dB. Wydaje się to dużo, ale trzeba pamiętać, że rozdzielczość (krok) wyświetlacza wynosi 3dB u góry i 9dB u dołu słupka. W celu uzyskania równomiernego roz-



Rys. 1. Schemat blokowy wskaźnika widma sygnału.





Rys. 2. Charakterystyki filtrów dolnoprzepustowych, środkowoprzepustowych i górnoprzepustowych, przy zastosowaniu wyświetlacza 7-słupkowego.

kładu widma częstotliwości 20Hz do 20kHz, jako środkowe częstotliwości pasm zostały wybrane 130Hz, 340Hz, 880Hz, 2,3kHz i 6kHz. Przy współczynniku  $Q = 3$ , pasma przechodzą jedno w drugie właśnie w pobliżu punktów -10dB. Częstotliwość graniczna filtra dolnoprzepustowego wynosi 50Hz, a górnoprzepustowego 15kHz. Dla małych wyświetlaczy są to filtry Butterwortha trzeciego rzędu, dobrze dopasowane do roli filtrów środkowoprzepustowych, ale dla większych wyświetlaczy ich działanie przypomina raczej filtry Czebyszewa. Charakterystyki filtrów pokazane są na rys. 2.

Sygnały z wyjścia filtrów są dołączone do detektorów szczytowych, które są bardziej złożone niż na rys. 1, ale to będzie omówione przy opisie układu. Siedem (osiem) napięć stałych doprowadza się do multiplexera, który jeden z nich przesyła przez wzmacniacze buforujące do podwójnego komparatora - bufora, utworzonego z dwóch scalonych sterowników LED. Te pseudo szeregowo połączone układy umożliwiają wyświetlanie w zakresie około 50dB. Generator dostarcza częstotliwości zegarowej, przełączającej sukcesywnie multiplexer do kolejnych napięć stałych. W tym samym czasie sygnał zegarowy włącza właściwy słupek LED, którego diody otrzymują z buforów stałe napięcie w taki sposób, że pokazuje on tylko poziom monitorowany w danej chwili.

## Układ

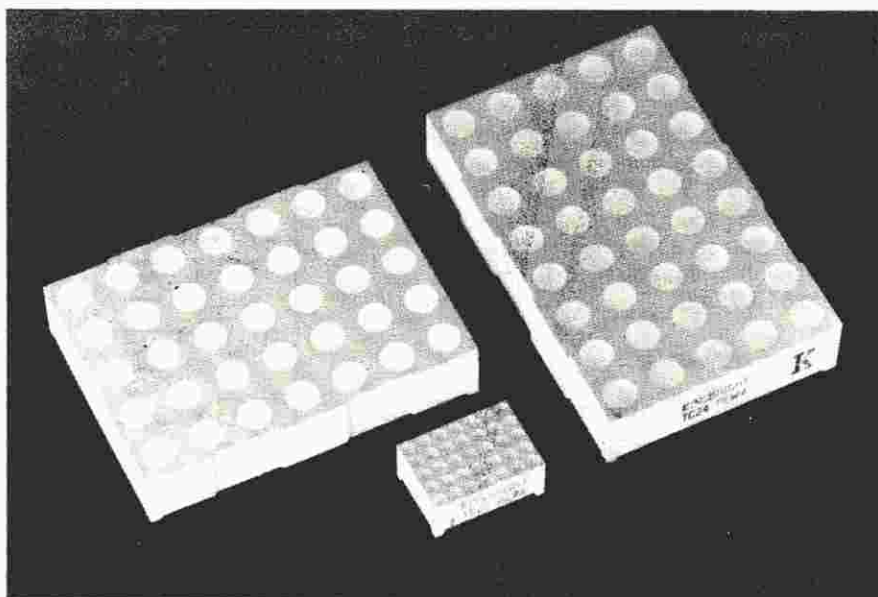
Sygnał dźwiękowy przychodzący do K1 (zob. rys. 4) zostaje przekazany do wzmacniacza IC1 przez P1, za pomocą którego można dobrać potrzebny poziom. Wzmacniacz ma wzmocnienie o-

koło 16dB. Sygnał z wyjścia IC1 jest doprowadzony do siedmiu lub ośmiu filtrów. Filtry pasmowe z podwójnym sprzężeniem zwrotnym są utworzone przez IC2a, IC3d, IC3a, IC4d i IC4a. Jak już wspomniano, ich współczynnik  $Q$  wynosi 3.

IC2d tworzy filtr dolnoprzepustowy trzeciego rzędu, o częstotliwości granicznej 50Hz, natomiast do filtru górnoprzepustowego trzeciego rzędu, o częstotliwości granicznej 15kHz, użyto IC5d. Jeżeli stosuje się wyświetlacz 10 x 8 LED, brakujący ósmy filtr tworzy się z IC5a. W tym przypadku filtr górnoprzepustowy z IC5d zostaje zmieniony w pasmowy, dlatego powielono oznaczenia elementów na schemacie, a zamiast C20 zastosowany jest re-

zystor. W tabeli 1 zamieszczono wszystkie wartości elementów dla rozwiązania z ośmioma filtrami.

Dla zapewnienia prawidłowego pokrycia 50dB zakresu wyświetlacza, zastosowano prostowniki typu pseudo-aktywnego. W prototypie standardowe prostowniki pasywne, nawet typu Schottky'ego, wykazywały poważne odchylenia (w jednym z przypadków sygnał 30dB był tłumiony przez prostownik aż o 12dB). Wybrane ostatecznie rozwiązanie składa się z biernego prostownika, diody (D5, D8, D11, D14, D17, D20 i D23), kondensatora (C4, C7, C10, C13, C16, C19 i C24) i rezystora rozładującego (R8, R13, R18, R23, R28, R33 i R38), sprzężonych z aktywnym kompensatorem



Rys. 3. Wyświetlacze różnych rozmiarów.

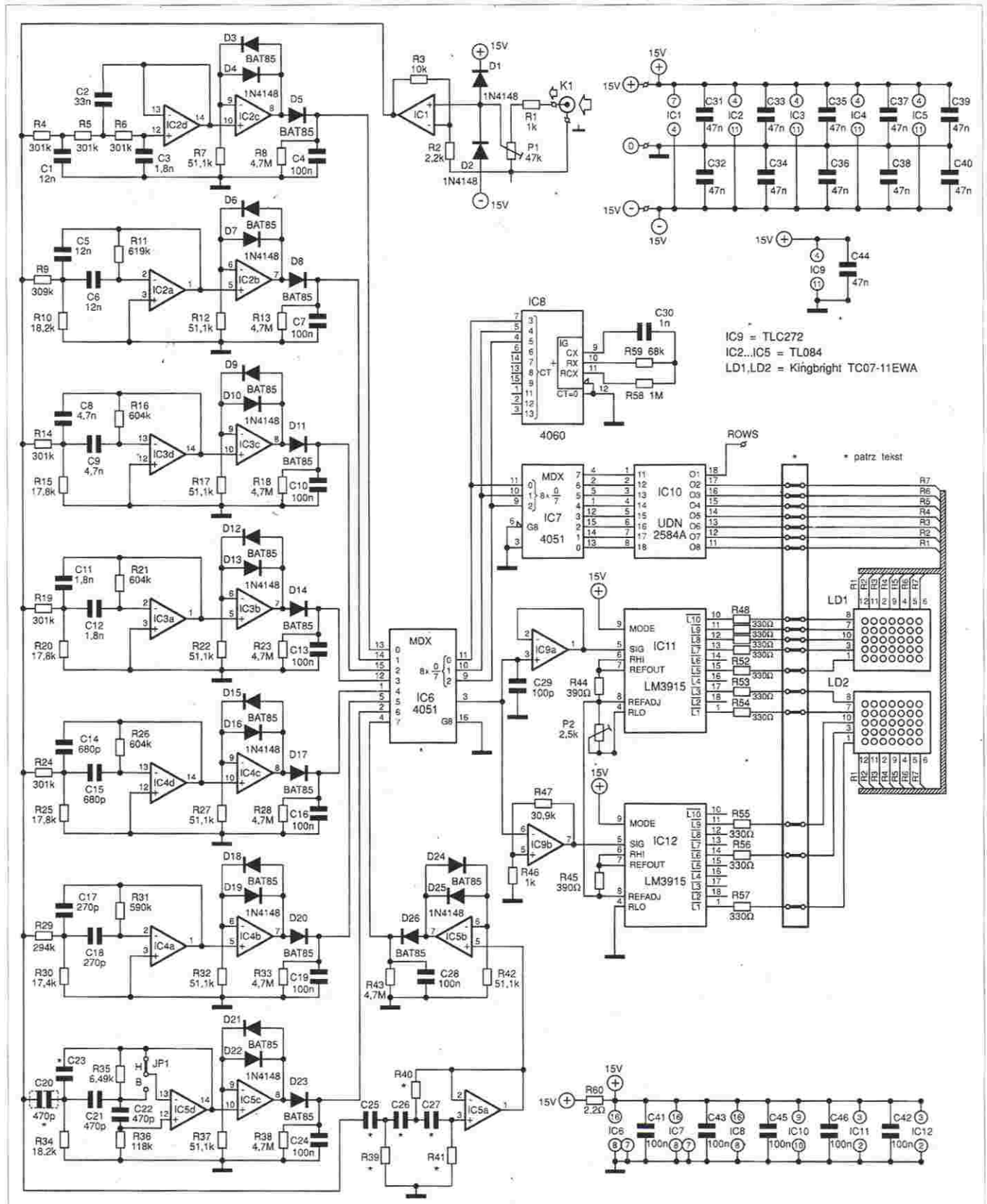
(IC2c, IC2b, IC3c, IC3b, IC4c, IC4b  
i IC5c).

Elementy aktywne kompensują polaryzację w kierunku przewodzenia związanych z nimi diod, jak również rozładowanie kondensatorów przez diody

w czasie ich przewodzenia.

Ponieważ w każdym z tych układów scalonych, połączonych jako wtórniki, zastosowano ujemne sprzężenie zwrotne przez dwie odwrotnie połączone diody, sygnał na wyjściu będzie

zawsze wyższy o polaryzację w kierunku przewodzenia jednej z diod (D3, D6, D9, D12, D15, D18 i D21) niż na wejściu. Polaryzacja ta zależy w pewnym stopniu od prądu wyznaczonego przez rezystor obciążenia (R7, R12,



Rys. 4. Schemat elektryczny wskaźnika widma sygnału.

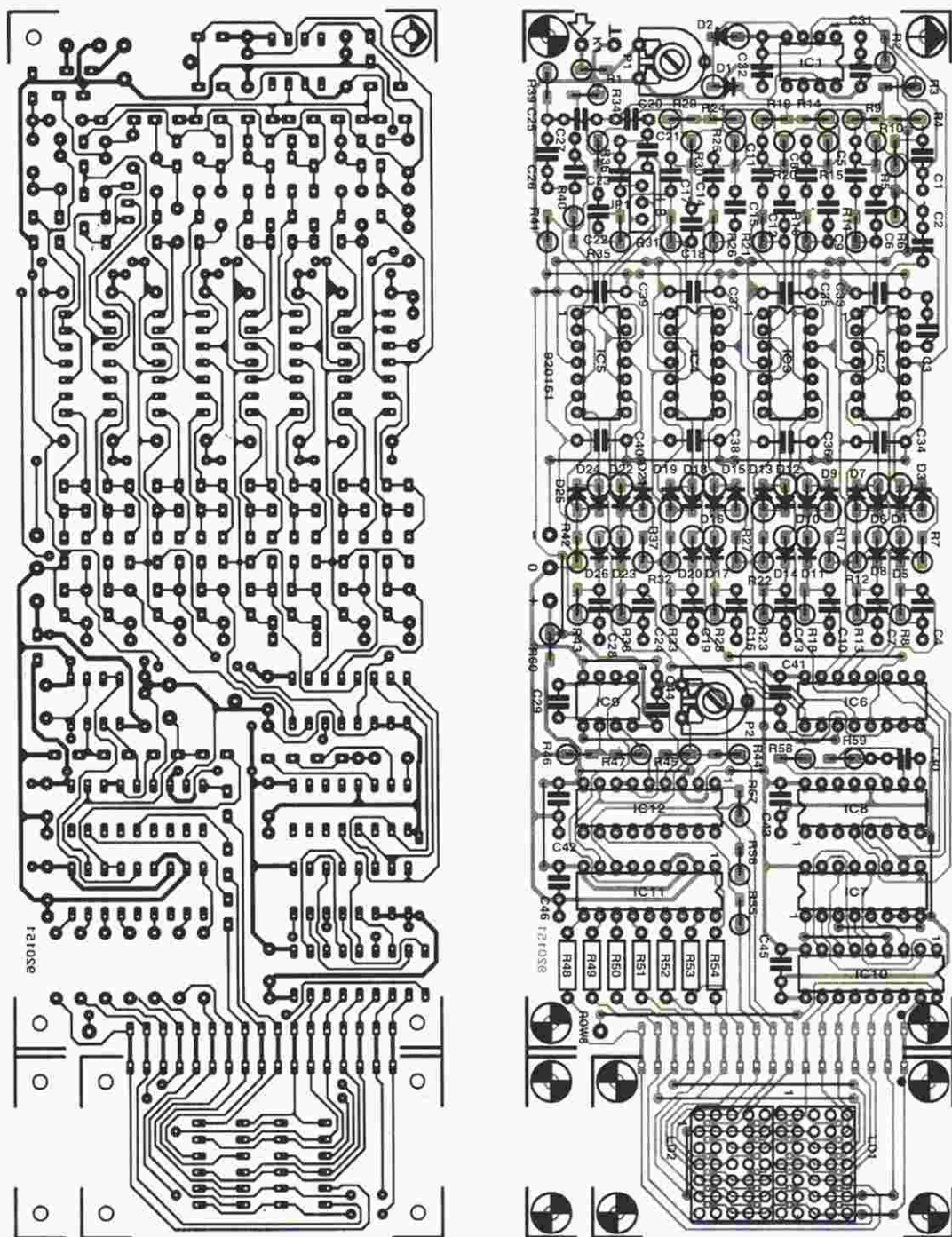


R17, R22, R27, R32 i R37). Diody te są identycznego typu jak diody prostownicze. Typ pozostałych diod sprzężenia zwrotnego nie jest tak istotny. Gdy napięcie wejściowe jest małe, spadek napięcia na diodach D3, D6 itd. może zostać zwiększony przez zmniejszenie oporności R7, R12 itd. Oscylator-dzielnik IC8, za pośrednictwem sygnałów z wyjść Q3, Q4 i Q5, przełącza multiplexer IC6 z częstotli-

wością około 400Hz tak, że w każdym momencie napięcie jednego z prostowników jest przyłączone do komparatora i sterownika, złożonych z IC9, IC11 i IC12.

Te same trzy wyjścia IC8 są połączone z konwerterem dwójkowo-dziesiętnym (BDC) IC7. Konwerter ten, poprzez bufor zawarte w IC10, zapewnia zasilanie tego słupka LED, który właśnie otrzymuje stałe napięcie z multiplexera.

Gdy świecą wszystkie diody małego siedmiostupkowego wyświetlacza, średni pobór prądu wynosi 263mA. Multiplexer jest połączony z IC11 i IC12 poprzez dwa wzmacniacze operacyjne IC9a i IC9b. Pierwszy jest buforem IC11, a drugi nie tylko buforuje sygnał dla IC12, ale wzmacnia go jeszcze 32x. Układy IC11 i IC12 sterują słupkami wyświetlacza. Każdy układ zawiera 10 stopniowy komparator, re-



Rys. 4. Mozaika ścieżek oraz rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej wskaźnika widma sygnału.



## WYKAZ ELEMENTÓW

## Rezystory

R1: 1kΩ  
 R2: 2,2kΩ  
 R3: 10kΩ  
 R4, R5, R6, R14, R19, R24: 301kΩ/1%  
 R7, R12, R17, R22, R27, R32, R37:  
 51,1kΩ/1%  
 R8, R13, R18, R23, R28, R33, R38:  
 4,7MΩ  
 R9: 309kΩ/1%  
 R10, R34: 18,2kΩ/1%  
 R11: 619kΩ/1%  
 R15, R20, R25: 17,8kΩ/1%  
 R16, R21, R26: 604kΩ/1%  
 R29: 294kΩ/1%  
 R30: 17,4kΩ/1%  
 R31: 590kΩ/1%  
 R35: 6,49kΩ/1%  
 R36: 118kΩ/1%  
 R44, R45: 390Ω  
 R46: 1,0kΩ/1%  
 R47: 30,9kΩ/1%  
 R48...R57: 330Ω  
 R58: 1MΩ  
 R59: 68kΩ  
 R60: 2,2Ω  
 P1: 47kΩ, potencjometr montażowy  
 P2: 2,5kΩ, potencjometr montażowy

## Kondensatory

C1, C5, C6: 12nF  
 C2: 33nF  
 C3, C11, C12: 1,8nF  
 C4, C7, C10, C13, C16, C19, C24: 100nF  
 C8, C9: 4,7nF  
 C14, C15: 680pF, polistyrenowe  
 C17, C18: 270pF, polistyrenowe  
 C20, C21, C22: 470pF, polistyrenowe  
 C29: 100pF  
 C30: 1nF  
 C31 do C40, C44: 47nF, ceramiczne  
 C41, C42, C43, C45, C46: 100nF, ceramiczne

## Półprzewodniki

D1, D2, D4, D7, D10, D13, D16, D19, D22:  
 1N4148  
 D3, D5, D6, D8, D9, D11, D12, D14, D15,  
 D17, D18, D20, D21, D23: BAT85  
 IC1: TL081  
 IC2...IC5: TL084  
 IC6, IC7: 4051  
 IC8: 4060  
 IC9: TLC272  
 IC10: UDN2585A  
 IC11, IC12: LM3915

## Różne

JP1: zwornik dwupozycyjny  
 K1: gniazdko akustyczne  
 LD1, LD2: wyświetlacz diodowy,  
 5 x 7 LED, np Kingbright typ TC07-11EWA  
 lub większy TC20-11EWA  
 5 x 8 LED, TC24-11EWA  
 Płytką drukowaną kod 920151

## Filtr fg Wartości elementów

IC2d	57Hz	R4: 267kΩ; R5, R6: 249kΩ; C1: 22nF; C2: 120nF; C3: 1nF
IC2a	113Hz	R9: 274kΩ; R10: 11,8kΩ; R11: 549kΩ; C5, C6: 18nF
IC3d	255Hz	R14: 324kΩ; R15: 13,7kΩ; R16: 649kΩ; C8, C9: 6,8nF
IC3a	577Hz	R19: 294kΩ; R20: 12,4kΩ; R21: 590kΩ; C11, C12: 3,3nF
IC4d	1030Hz	R24: 287kΩ; R25: 12,1kΩ; R26: 576kΩ; C14, C15: 1,5nF
IC4a	2940Hz	R29: 280kΩ; R30: 12,1kΩ; R31: 562kΩ; C17, C18: 680pF (polistyrenowe)
IC5d	6650Hz	R20: 309kΩ; R34: 13,3kΩ; R35: 619kΩ; R36: zworka; C22: nie wmontowany; C21, C23: 270 pF (polistyrenowe); JP1 w pozycji B
IC5a	13600Hz	R39: 11,8kΩ; R40: 2,37kΩ; R41: 294kΩ; C25...C27: 470pF (polistyrenowe)
IC5b		R42: 51,1kΩ; R43: 4,7MΩ; C28: 100nF

Tab. 1. Wartości elementów i częstotliwości dla ośmiu pasm.

gulowane źródło odniesienia i sterownik dziesięciu LED. Ponieważ u dołu wyświetlacza potrzeba większych kroków niż u góry, większość wyjść IC12 nie jest używanych. W ten sposób, świecenie kolejnych diod wyświetlacza oznacza (w dB): 0, -3, -6, -9, -15, -21, -27, -33, -41 i -50. Rezystory R48...R57 służą nie tyle jako ograniczniki prądu (wyjścia LM3915 są źródłami prądowymi), lecz jako ograniczniki mocy wydzielanej w tranzystorach zawartych w IC11 i IC12.

Zasilacz powinien zapewnić symetryczne, stabilizowane napięcia, z których dodatnie musi dostarczać co najmniej 330mA, a ujemne około 35mA.

## Konstrukcja

Miernikysterowania najlepiej zmontować na płytce drukowanej pokazanej na rys. 5. Zacząć należy od odjęcia części z wyświetlaczem, ponieważ będzie umieszczona w innym miejscu. Następnie należy wmontować wszystkie elementy. Większość rezystorów i wszystkie diody montuje się pionowo. Kondensatory 270pF, 470pF i 680pF muszą być polistyrenowe, aby uniknąć zbyt dużego tłumienia w filtrach. Kondensatory te również muszą być wmontowane pionowo.

Po zmontowaniu, płytki należy połączyć albo złączem kątowym, albo oddzielnymi przewodami.

Napięcia zasilające mogą być pobierane z urządzenia, w które wskaźnik

zostanie wmontowany, lepiej jednak, biorąc pod uwagę pobór prądu z zasilacza dodatkowego, zbudować mały osobny zasilacz.

Jeżeli stosuje się większy wyświetlacz niż pokazany na płycie, musi on zostać przyłączony za pośrednictwem odpowiednich złączy lub półpodstawek od układów scalonych. Przeznaczona dla wyświetlacza część płytki staje się wtedy zbędna.

Jeżeli stosuje się mniejszy wyświetlacz, JP1 musi zostać ustawiony w pozycji "H" a rezystory R41 i R43 należy zastąpić zworkami.

## Cechowanie

Wskaźnik należy przyłączyć do takiego punktu we wzmacniaczu, w którym jest silny sygnał; zazwyczaj jest to wyjście głośnikowe wzmacniacza mocy. Trzeba upewnić się, czy wzmacniacz został w pełniysterowany. Ustawić P1 tak, aby sygnał był możliwie jak największy, ale IC1 nie przesterowany. Jeżeli nie ma dostępu do oscyloskopu, do wyjścia IC1 trzeba przyłączyć multimetr na zakresie 10V prądu zmiennego. Jeżeli jest to tani multimetr cyfrowy, należy użyć niskiej częstotliwości, powiedzmy kilkuset Hz. Pokręcać następnie powoli P1, aż miernik wskaże 9,5Vskut. Wtedy, przy sygnale w centrum pasma (przykładowo 130Hz lub 340Hz) należy tak ustawić P2, aby cały słupek LED zaświecił się. ■

WARYSTORY  
TLENKOWE

Pełny zakres napięć: od 20V do 7,2kV

pelelectric PPH

52-020 Wrocław, ul. Ułowa 8  
tel/fax (0-71) 49 33 52

## ZŁOCENIE TECHNICZNE

- złączy krawędziowych płytek drukowanych (na podkładzie niklu)
- selektywne złocenie lub niklowanie płytek
- cynowanie, cynkowanie, niklowanie detali

Zakład usługowo-produkcyjny "GALWAX"  
tel. 23-85-64  
ul. Czereśniowa 37, 02-457 Warszawa



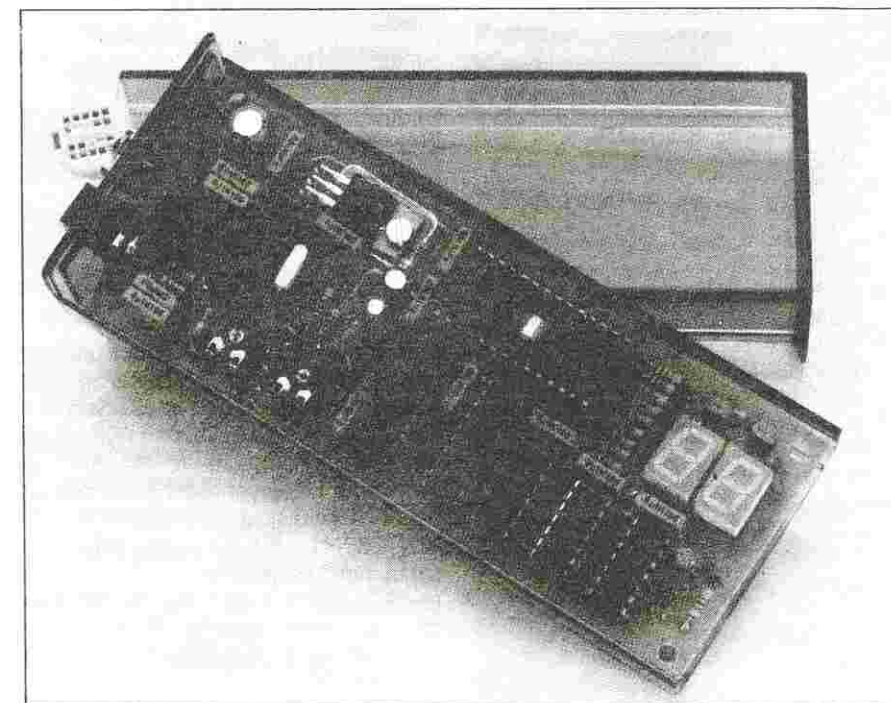
# HYGROMETR CYFROWY

A. Rietjens

Temperatura ciała ludzkiego utrzymuje się na poziomie ok.  $36,6^{\circ}\text{C}$  niezależnie od temperatury otoczenia i izolacji termicznej wprowadzanej przez ubranie. Temperatura ta może utrzymywać się na stałym poziomie, jeżeli ciepło, nieustannie wytwarzane przez wewnętrzne procesy biochemiczne, jest odprowadzane tak szybko, jak powstaje. Organizm pozbywa się energii cieplnej głównie w postaci ciepła parowania wody z wilgotnych powierzchni wewnętrznych oraz z wydzielanego przez skórę potu.

Jeżeli parowanie jest za szybkie (gdy na przykład siedzi się w przeciągu), odczuwa się przykry chłód. Jeżeli parowanie jest zbyt wolne, gdy na przykład przebywa się w małym, nieprzewietrzanym pomieszczeniu, odczuwalna jest bardziej nawet przykra duszność. Uczucie to w niewielkim stopniu zależy od temperatury czy zawartości dwutlenku węgla w powietrzu, doświadcza się go bowiem także na otwartej przestrzeni w klimatach wilgotnych. Przyczyną takiego braku komfortu jest bliska stanu nasycenia zawartość pary wodnej w powietrzu, obniżająca niezbędną szybkość parowania ciała. Ale czynnikiem wyznaczającym dobre samopoczucie nie jest bezwzględna zawartość pary wodnej w powietrzu, lecz jego zdolność do dalszej absorpcji pary wodnej w danej temperaturze, czyli - na ile powietrze jest bliskie całkowitego nasycenia parą.

Zawartość pary wodnej w powietrzu, wyrażona w % w stosunku do nasycenia, nazywana wilgotnością względną

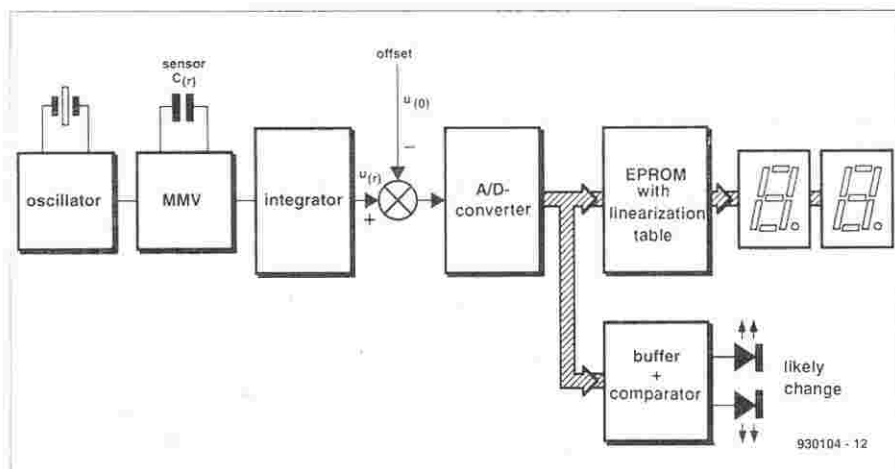


(ww), jest ważną wielkością, opisującą zdolność parowania wody z powierzchni. Wilgotność względną mierzy się za pomocą hygrometrów. Istnieją różne typy tych przyrządów, z rodziny których nowoczesny, oparty na elektronice cyfrowej, jest opisany w niniejszym artykule.

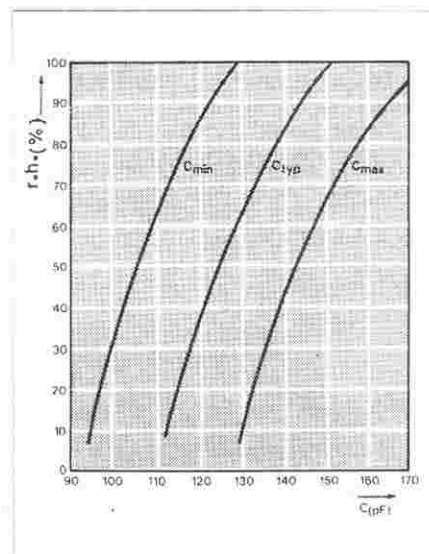
## Czujnik wilgotności względnej

Czujnikiem "ww", zastosowanym w tym przyrządzie, jest podzespół, którego pojemność zależy od wilgot-

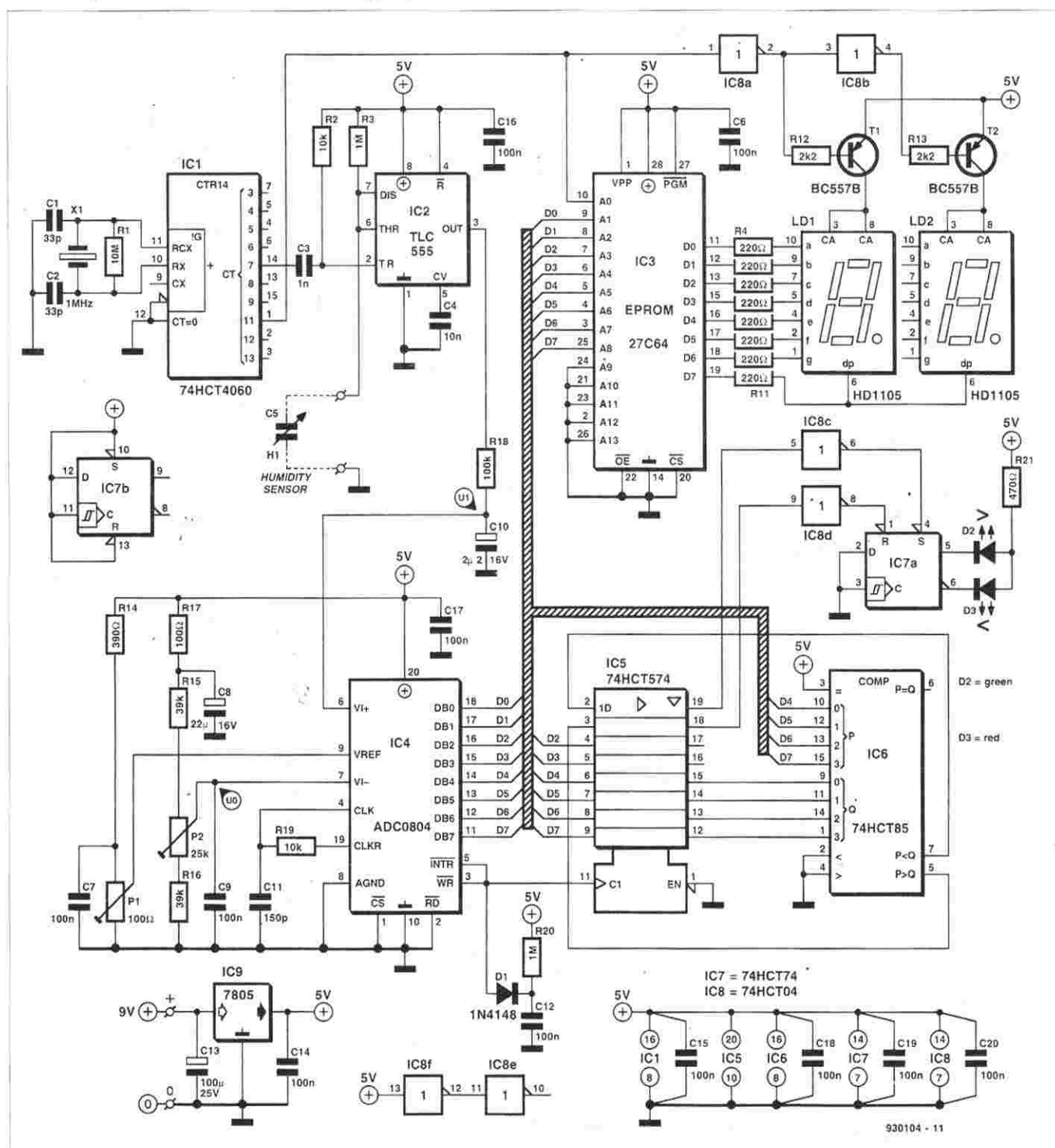
ności. W jego wnętrzu, do którego powietrze ma swobodny dostęp, znajduje się nieprzewodząca, dwustronnie pozłoczona, podatna na wiogoc folia. Tworzy ona kondensator o dielektryku z folii, którego stała dielektryczna, a zatem pojemność, zależy od wilgotności. Zależność ta jest pokazana na rys. 2. Pojemność folii wpływa na wypełnienie fali prostokątnej, wytwarzanej przez przerzutnik monostabilny sterowany oscylatorem (74HCT4060).



Rys. 1. Schemat blokowy hygrometru cyfrowego.



Rys. 2. Pojemność czujnika w funkcji względnej wilgotności



Rys. 3. Schemat elektryczny hygrometru cyfrowego

Zastosowanie takiego czujnika wymagało rozwiązania dwóch problemów. Pierwszy, to nieliniowa zależność pojemności od wilgotności względnej. Został on rozwiązany przez umieszczenie w EPROMie tabeli linearyzacyjnej. Drugi, to duży rozrzut produkcyjny pojemności czujnika. Został on rozwiązany przez zastosowanie współczynnika pojemnościowego zamiast bezwzględnej pojemności czujnika. Obliczenia zależności stałej dielektrycznej, względnej wilgotności, współczynnika pojem-

nościowego i częstotliwości oscylatora podane są poniżej.

### Układ

Schemat blokowy układu jest pokazany na rys. 1. Oscylator kwarcowy dostarcza stabilnej częstotliwości wyzwalającej przerzutnik monostabilny (pms). Długość impulsów tego przerzutnika zależy od pojemności czujnika "ww". Prosty układ całkujący RC przekształca te impulsy w stałe napięcie, którego

wielkość zależy od wilgotności powietrza. Uwzględnia się przy tym stałe przesunięcie, kompensujące wilgotność względną 0%. Wyjściowe napięcie stałe jest więc dokładną miarą względnej wilgotności. Napięcie to zostaje doprowadzone do przetwornika analogowo-cyfrowego (A-C).

Dane otrzymane z przetwornika adresują EPROM, zawierający tabelę linearyzacyjną korelującą zmierzone napięcie z konkretną wilgotnością względną. EPROM steruje podwójnym wys-



wielkosc siedmiosegmentowym, czyli dane przechowywane w pamieci, w zaleznosci od napiecia wejscowego, wyznaczaja majace sie swiecic segmenty.

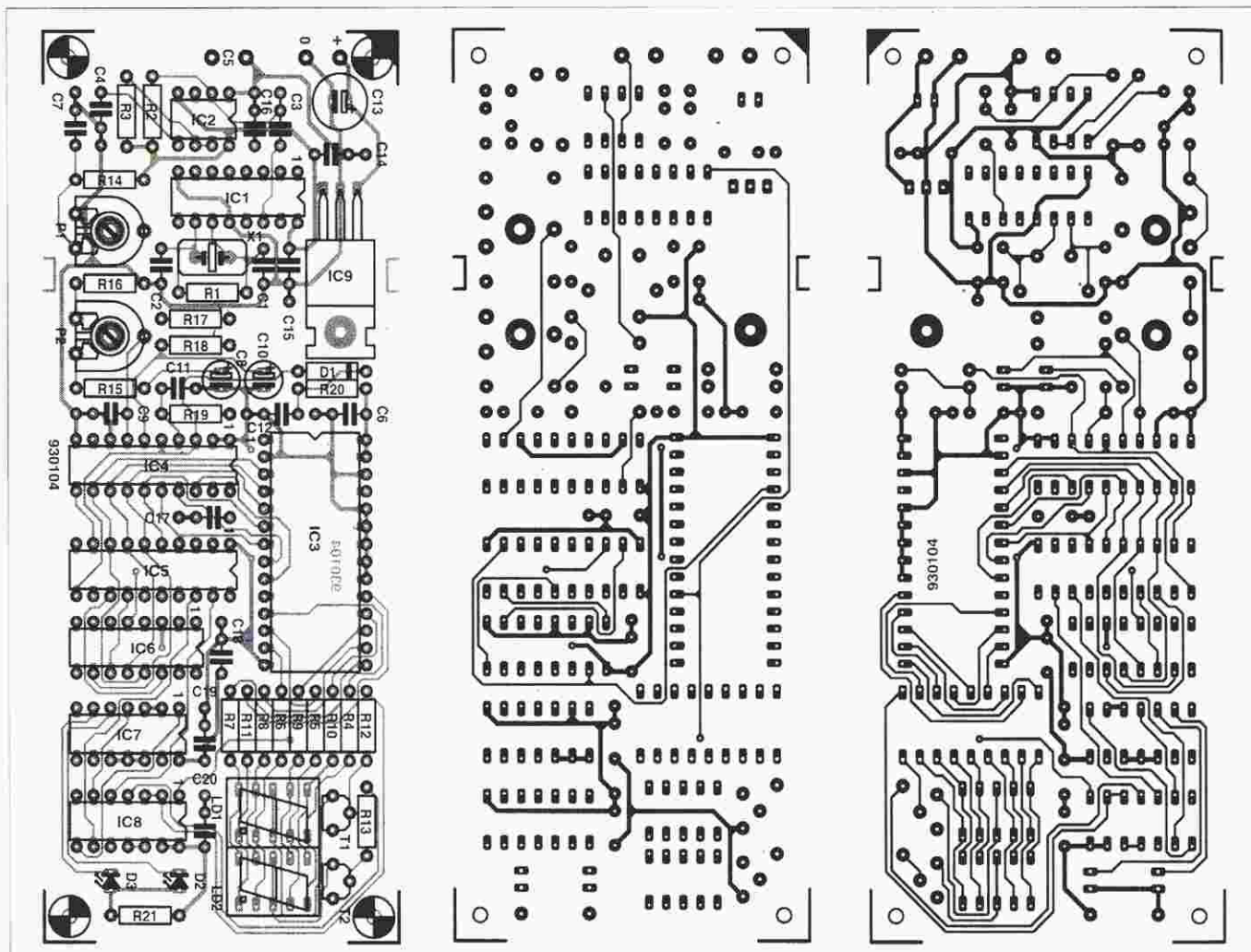
Sygnał wyjściowy przetwornika A-C przekazywany jest również do buforu i komparatora, który porównuje aktualne dane z poprzednimi i określa, czy wilgotność wzrosła, czy spada. Jest to sygnalizowane jedną z dwóch LED.

## Schemat

Schemat układu jest przedstawiony na rys. 3. Oscylator IC1 generuje częstotliwość 1MHz, która po podzieleniu przez 256 jest przesyłana z wyprowadzenia 14 do przerzutnika monostabilnego IC2 - dobrze znanego układu 555 w wersji CMOS. Układ różniczkujący R2-C3 skraca impulsy wyzwalające, aby poziom wyzwalania 555 zdążył osiągnąć stan wysoki przed zakończeniem impulsu przerzutnika.

Czujnik wilgotności C5 wyznacza czas trwania impulsów wyjściowych pms.

Sygnał wyjściowy pms jest całkowany przez R18-C10, a napięcie stałe z C10 jest przetwarzane na wielkość cyfrową przez 8-bitowy przetwornik A-C (IC4). Napięcie odniesienia dla przetwornika jest dobierane za pomocą P1, natomiast za pomocą P2 ustala się na-



Rys. 4. Płytkę drukowaną hygrometru cyfrowego.

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

R1: 10MΩ  
R2, R19: 10kΩ  
R3, R20: 1MΩ  
R4...R11: 220Ω  
R12, R13: 2,2kΩ  
R14: 390Ω  
R15, R16: 39kΩ  
R17: 100Ω  
R18: 100kΩ  
R21: 470Ω  
P1: 100Ω, potencjometr nastawny  
P2: 25kΩ, potencjometr nastawny

### Kondensatory

C1, C2: 33pF  
C3: 1nF  
C4: 10nF  
C5: czujnik wilgotności, typ H1, Philips  
C6, C7, C9, C12, C14...C20: 100nF  
C8: 22μF, 16V  
C10: 2,2μF, 16V  
C11: 150pF  
C13: 100μF, 25V

### Półprzewodniki

D1: 1N4148  
D2: LED, zielona  
D3: LED, czerwona  
T1, T2: BC557B  
IC1: 74HCT4060

### IC2: TLC555

IC3: zaprogramowany 27C64  
IC4: ADC0804  
IC5: 74HCT574  
IC6: 74HCT85  
IC7: 74HCT74  
IC8: 74HCT04  
IC9: 7805  
LD1, LD2: 7-segmentowy wyświetlacz LED o wspólnej anodzie, typu HD1105

### Różne

X1: kwarc 1MHz  
obudowa  
płytkę drukowaną z zaprogramowanym EPROMem kod 930104

Obliczanie poszczególnych parametrów			
<p>Symbole użyte w tych obliczeniach oznaczają:</p> <p><math>\epsilon</math> - stała dielektryczna folii czujnika (F/m)</p> <p>A - powierzchnię elektrod (mm<sup>2</sup>)</p> <p>C - pojemność czujnika (F)</p> <p>d - grubość folii (mm)</p> <p>K - współczynnik pojemnościowy (%)</p> <p>f - częstotliwość oscylatora (Hz)</p> <p>a, b - stałe oscylatora</p> <p>r - wilgotność względna (%)</p> <p><math>U_{sr(r)}</math> - średnie napięcie wejściowe (po odjęciu przesunięcia) przetwornika A/C (V)</p>	$C_r = \epsilon_r / d$	(1)	podstawiając (5) do (3)
	$K_r = 100(C_r - C_0) / C_r$	(2)	
	podstawiając (1) do (2)		
	$K_r = 100(\epsilon_r - \epsilon_0) / \epsilon_r$	(3)	skąd
	$fr = a/bC_r$	(4)	$f_0 = f / (1 - K/100)$
	podstawiając (1) do (4)		(7)
	$\epsilon_r = ad/Abf_r$	(5)	$U_{sr(r)} = [1 / (1 - K/100)] - 1$
			(8)

pięcie przesunięcia. P2 wchodzi w skład dzielnika R15-P2-R16 zasilanego przez układ wygładzający R17-C8. Układ R19-C11 jest związany z wewnętrznym zegarem przetwornika. Obwód R20, C12 i D1 zapewnia start przetwornika z chwilą włączenia zasilania. Wyprowadzenie 3 jest wówczas przez krótki moment utrzymywane w stanie niskim, dopóki C12 nie naładuje się przez R20. Dioda D1 zapobie-

ga zwieraniu przez C12 impulsów zegarowych z wyprowadzenia 5, dostarczanych do bufora IC5. W wyniku zwarcia końcówek 3 i 5 przetwornik działa w sposób ciągły. Gdy tylko przetwarzanie zostanie zakończone, do 3 zostaje przesłany sygnał z 5, umożliwiając wysłanie następnych danych. Dane dostarczane przez IC4 zostają wprowadzone jako adresy do EPROMu IC3 i do bufora IC5. Dane wyjściowe

EPROMu sterują wyświetlaczami elektroluminescencyjnymi LD1 i LD2. EPROM zawiera dane wyznaczające segmenty, które muszą zostać wyświetlane, aby wyświetlić przyporządkowaną do tych danych wielkość "ww". EPROM służy zatem jako przetwornik danych na siedmiosegmentowe i uwzględnia nieliniowość czujnika. Zawartość EPROMu jest zapisana w formacie 8-bitowym, co pozwala na przechowywanie danych tylko jednej cyfry. Wyświetlacze są więc multiplexowane przez IC8a, IC8b, T1 i T2. Potrzebnych do tego impulsów zegarowych dostarcza IC1 (wyprowadzenie 1). Impulsy te są także dostarczane do wyprowadzenia 3 IC3, kiedy więc następuje zmiana wyświetlaczy, zmieniany jest także adres. Dla każdej liczby na wyświetlaczu są zatem potrzebne dwa adresy w IC3. Zaprogramowany EPROM można otrzymać za pośrednictwem Działu Obsługi Czytelników, ale można go też zaprogramować samemu, korzystając z programu napisanego w Pascalu, którego listing jest przytoczony na rys. 5.

Układ IC5 otrzymuje impuls zegarowy, gdy na wyjściach przetwornika A-C pojawiają się nowe dane. Są one natychmiast zapamiętane w IC5. Komparator IC6 sprawdza, czy nowe dane na czterech starszych liniach są większe czy mniejsze niż dane poprzednie. Jego wejścia P (wyprowadzenia 10, 12, 13 i 15) są zatem połączone z czterema starszymi liniami danych IC5, podczas gdy jego wejścia Q (wyprowadzenia 1, 9, 11 i 14) są połączone z zatraskiem w IC5. Wyprowadzenia 5 i 7 są połączone z dwoma wejściami IC5, ich stan jest więc także przechowywany w zatrasku. Gdy tylko na wyjściach przetwornika pojawią się nowe dane, zostają one natychmiast przekazane do wejść P układu IC6, który je porównuje z danymi poprzednimi, przechowywanymi jeszcze w IC5. Zależnie od wyniku porównania, stan wysoki pojawia się albo na wyprowadzeniu 5, albo 7 i zostaje przekazany do wejścia 2 lub 3 w IC5.

```

program test;
uses dos, crt;

var
  i: integer;
  j, l, k: integer;
  g: file of byte;
  result: real;

const
  display: array[0..9] of byte = ($c0, $f9, $a4, $b0, $99,
                                   $92, $82, $f8, $80, $90);
  vallist: array[0..16] of byte = ( 0, 15, 31, 47, 63, 79, 95, 111, 127,
                                   143, 159, 175, 191, 207, 223, 239, 255);
  humidity: array[0..16] of byte = ( 0, 13, 23, 32, 40, 48, 55, 61, 67,
                                   73, 78, 82, 86, 90, 94, 97, 100);

begin
  clrscr;
  assign (g, 'humidity.dat');           {Open the desired filename}
  rewrite (g);
  for i:=0 to 15 do                     {next curve part}
  begin
    for j:=0 to 15 do                   {linearise curve part}
    begin
      result:=j*(humidity[i+1]-humidity[i])/(vallist[i+1]-vallist[i]);
      result:=result+humidity[i];
      l:= (round (int (result/10)) ) mod 10;
      k:= round ((frac (result/10) *10) );
      if k=10 then
      begin
        k:=0;
        l:=l+1;
      end;
      if (l=10) and (k=0) then
      begin
        l:=9;
        k:=9;
      end;
      write (l);
      write (k, ' ');
      write (g, display[k]);
      write (g, display[l]);
    end;
    writeln;
  end;
  close(g);
end.

```

Rys. 5. Listing programu do obliczania zawartości EPROMu (w Pascalu)



ww (%)	K (%)	ww (%)	K (%)	ww (%)	K (%)	ww (%)	K (%)
10	2,135	31	6,693	52	11,962	73	17,758
11	2,349	32	6,926	53	12,228	74	18,039
12	2,562	33	7,161	54	12,496	75	18,321
13	2,775	34	7,398	55	12,765	76	18,604
14	2,988	35	7,638	56	13,035	77	18,889
15	3,201	36	7,879	57	13,307	78	19,177
16	3,414	37	8,123	58	13,580	79	19,469
17	3,626	38	8,368	59	13,854	80	19,767
18	3,839	39	8,616	60	14,130	81	20,070
19	4,052	40	8,865	61	14,406	82	20,380
20	4,265	41	9,116	62	14,683	83	20,700
21	4,478	42	9,368	63	14,961	84	21,029
22	4,693	43	9,622	64	15,240	85	21,368
23	4,908	44	9,877	65	15,519	86	21,719
24	5,125	45	10,133	66	15,799	87	22,082
25	5,343	46	10,390	67	16,079	88	22,457
26	5,563	47	10,649	68	16,359	89	22,843
27	5,785	48	10,909	69	16,639	90	23,238
28	6,008	49	11,171	70	16,918	91	23,643
29	6,234	50	11,433	71	17,198	92	24,057
30	6,463	51	11,697	72	17,478	93	24,482

Tab. 1. Zależność pomiędzy wilgotnością względną a współczynnikiem pojemnościowym K.

Odpowiadające im wyjścia 19 i 18 poprzez inwertery IC8c i IC8d sterują przerzutnikiem IC7a. Sygnały z komparatora przechodzą przez bufor, przerzutnik jest więc sterowany synchronicznie z nowymi danymi. Gwarantuje to, że wskazania przerzutnika, na skutek zmiany wartości na liniach D4-D7 nie będą błędne.

Stan przetwornika IC7a, a zatem kierunek zmian wilgotności, jest sygnalizowany świeceniem zielonej LED D2 (wzrost) lub czerwonej LED D3 (spadek). Gdy dwa kolejne odczyty są jednakowe, czyli wilgotność nie zmienia się, świeci ta sama dioda co poprzednio.

Zasilanie układu za pośrednictwem stabilizatora napięcia 7805 zapewnia sieciowy zasilacz 9V. Pobór prądu wynosi około 300mA.

## Montaž

Hygrometr montuje się na gotowej dwustronnej płytce drukowanej, pokazanej na **rys. 4**. Montaż jest bardzo prosty. Układy scalone można umieścić w odpowiednich podstawkach. W podstawkach można umieścić również wyświetlacze, dzięki czemu znajdują się one nieco wyżej od pozostałych podzespołów. LEDy powinny znaleźć się na tym samym poziomie - ich wi-

doczność będzie wtedy lepsza.

Stabilizator IC9 nie wymaga radiatora i może być przykręcony bezpośrednio do płytki. Po przylutowaniu wszystkich elementów płytkę umieszcza się wewnątrz odpowiedniej obudowy. Musi ona rzecz jasna być przeźroczysta albo mieć odpowiednie okienko, przez które będą widoczne wyświetlacze i diody. Czujnik powinien zostać umieszczony na obudowie albo w jej pobliżu i połączony miękkimi przewodami z wyprowadzeniami, oznaczonymi na płytce C5. Na zakończenie należy połączyć zasilacz sieciowy z wyprowadzeniami "+" i "-" na płytce, najlepiej za pośrednictwem wtyczki i gniazda w obudowie.

## Kalibracja

Do przeprowadzenia kalibracji potrzebny jest wykalibrowany higrometr i multimetr. Należy otworzyć obudowę higrometru, włączyć jego zasilanie i odczekać kilka minut, aby pozwolić mu dostosować się do wilgotności otoczenia. Następnie trzeba dokonać pomiaru wilgotności wykalibrowanym higrometrem, odszukać ten odczyt w tabeli 1, zanotować wielkość odpowiadającego mu współczynnika K i obliczyć przesunięcie

Uprz = (1 - K/100)Urh  
gdzie Urh oznacza napięcie zmierzone multimetrem na końcówce 6 IC4. Należy następnie tak ustawić P2, aby multimetr przyłączony do wyprowadzenia 7 IC4 wskazał napięcie Uprz. Na koniec trzeba doprowadzić wyświetlane wskazania hygrometru do wielkości wskazywanej przez wykalibrowany hygrometr za pomocą P1.

**PODZESPOŁY** oferta **AVT**

<b>układy scalone</b>	MC10116	75,00	TL497	65,00	62256	138,00	BC135	3,00	X 2,5MHz	15,00	"16"	1,80
	MC1025	20,00	TMS2732	30,00	7400	4,00	BC211	3,00	X 39,450MHz	70,00	"18"	1,80
CA3161	49,50	MC1377	138,00	TMS3899	95,00	7404	4,00	BC237	2,00		"28"	3,00
CA3089E	14,00	MC145026	40,00	TSAA6057	103,50	7405	4,00	BC238	2,00	diody LED	"40"	3,00
CM555	15,00	MC145028	50,00	µA733	18,00	74066	9,00	BC307	2,00			
DAC0808	88,00	MDAC08EC	86,00	µA741	8,00	7407	7,00	BC308	2,00	LED c 5 ultra jasne		
M DAC08EC	86,00	MDA2061	86,00	UA3730	95,00	74153	5,00	BC313	3,00	(czar., zół., ziel.)	5,00	gniazdka, złącza
EPROM "X"	95,00	MDA2062	80,00	UL1024	15,00	74157	5,00	BC327	2,00	LED c 8 super jasne	8,00	EURO do druku
EPROM "Y"	95,00	ML8204	40,00	UL1424	18,00	74193	6,00	BC414	3,50	(czar.)		gn.CINCH-2 druk
FX118	175,00	MM74C926N	385,00	UL1244	9,00	7400	3,00	BC547	2,00			gn.CINCH-4 druk
ICL7105	65,00	NE511	10,00	7442	10,00	BC548	6,00	BC557	2,00	wyświetlacze		gn.CINCH-4
ICL7106	95,00	PC8484C640	255,00	UL1482	7,00	7447	10,00	BC558	2,00			
ICL7107	95,00	PC8A582	65,00	UL1550	5,00	7475	3,00	BC558	2,00	LED 2 cyfry w/A	22,00	
ICL8038	155,00	PCF84C91	250,00	UL1970	18,00	7490	7,00	BD136	3,00	LED 1 cyfry w/A	16,00	zasilacze (opisane w EP
ISD1016	290,00	PLC 20VBH35	50,00	ULN2003A	10,00	74HC04	5,50	BD139	3,00	LCD 3 1/2 cyfry	95,00	9/93 - str. 49, 50)
ISD1020	295,00	SAA11293-A03	215,00	UMS100	120,00	74HCT00	5,50	BD140	4,50			
LF356	20,00	SAA5231	50,00	XR2206	130,00	74ALS00	5,00	BD279	6,00	transformatory		prąd zmienny
LF357	18,00	SOA5243	180,00	ZNA234	500,00	74ALS245	15,00	BD286	6,00	9V/2A	105,00	
LM311	18,00	SN75477	195,00	21478	78,00	74ALS573	25,00	BD464	15,00	TS 12/6	65,00	niestabilizowane
LM317	20,00	TS62T10B6/HWD	250,00	2732	30,00	74LS05	7,00	BD647	15,00	TS 15/43	75,00	6V0,7A
LM324	15,00	TDA2880	45,00	2764	65,00	74LS42	10,00	BD911	15,00	TS 180/5	450,00	6V1/A
LM329	29,00	TC4070	27256	2755	75,00	BD166	17,00	BD968	20,00	TS 210	25,00	9V0,5A
LM3941	82,50	TDA1250	105,00	4001	6,00	74LS73	10,50	BDK67	60,00	TS 214	25,00	9V0,75A
LM555	7,00	TDA1524	70,00	4006	10,00	74LS75	9,00	BF194	4,00	TS 40/49	150,00	9V1,5A
LM723	7,00	TDA2004	35,00	4011	7,00	74LS90	12,00	BF199	6,00	TS 41/9	45,00	12V0,5A
LM741	7,00	TDA2040	48,00	4013	9,00	74LS122	15,00	BF241	3,00	TS 61/6	58,00	12V1/A
LM1820	75,00	TDA3810	120,00	4017	8,00	74LS175	7,00	BF245	4,00	TS 61/34	58,00	12V1,3A
LM1871	85,00	TDA4510	120,00	4029	10,00	74LS299	35,00	BF441	2,00	TS 61/47	55,00	13V0,5A
LM1872	85,00	TDA5030	95,00	4030	7,00	74LS380	11,00	BF966	15,00	TS 61/49	48,00	stabilizowane
LM7805	12,00	TDA5850	100,00	4040	12,00	74LS845	30,00	BF991	13,00	TS 70/7	150,00	3V0,45A
LM7812	12,00	TDA7000	80,00	4047	8,00	80CS1	50,00	mostrak S1NB	5,00	TS 8/28	52,00	4,5V0,5A

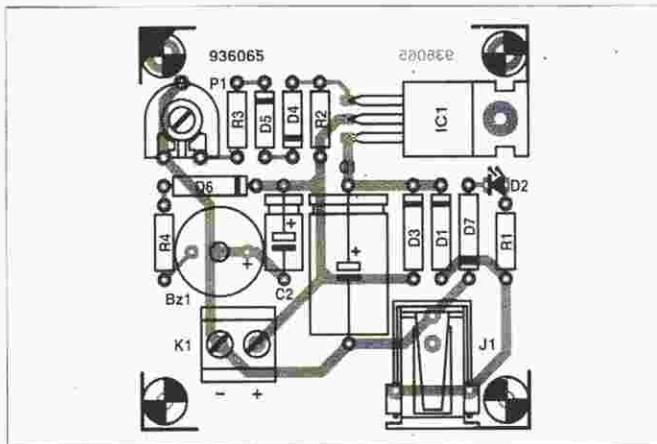
Sprzedaż podzespołów w sklepie firmowym AVT na ulicy Prostej 69 w Warszawie, tel. 32-14-01 w. 248 lub 32-33-48 oraz wysyłka za pobraniem pocztowym.  
Koszt przesyłki: 10% jej wartości (25,000 zł dla przesyłek o wartości mniejszej niż 250,000 zł).  
Przy zakupie o wartości ponad 2 mln zł rabat 10%.





przedziale 13...15V. Diody D4 i D5 powodują, że napięcie wyjściowe układu charakteryzuje się małym ujemnym współczynnikiem temperaturowym. Ponieważ akumulator ołowiowy również ma taki współczynnik, wobec tego uniezależniamy napięcie podładowywania od temperatury.

Dla poprawnej pracy układu LM317 wymagane jest, aby napięcie wejściowe było co najmniej o 3V wyższe od napięcia wyjściowego. Do gniazda wejściowego J1 (do podłączenia typowego, taniego, wtyczkowego zasilacza sieciowego) powinno być podane napięcie minimum 16,8V. Niestabilizowane zasilacze wtyczkowe (12V/300mA) dają napięcie jałowe (bez obciążenia) ok. 18V, a pod obciążeniem 100mA nie spada ono poniżej 16,8V, nadają się więc do zasilania naszego urządzenia. Jeśli jednak nie chcemy ryzykować awarii układu, to lepiej posłużyć



się nieco droższym zasilaczem 15V. W wypadku gdy zechcemy zastosować zasilacz stabilizowany, to musi on dostarczać napięcia co najmniej 17V.

Dioda D1 zabezpiecza LM317 przed niewłaściwą polaryzacją napięcia wejściowego. Podobną funkcję spełnia D7 w stosunku do LED'a D2. D1 nie dopuszcza ponadto do rozładowywania się akumulatora w przypadku braku zasilania (poprzez D3 i LED). D3 chroni LM317 przed ewentualnym prądem wstecznym. Oba kondensatory elektrolityczne zapobiegają powstaniu oscylacji i jednocześnie zmniejszają pulsację napięcia dostarczanego przez zasilacz. Przy niewłaściwym podłączeniu biegunów akumulatora brzęczyk Bz1 zasygnalizuje błąd.

### Konstrukcja i regulacja

Jak wynika z rys. 3, na płytce obwodu drukowanego jest niewiele elementów. Należy zwrócić uwagę na właściwą polaryzację diod i kondensatorów elektrolitycznych. Stabilizator LM317 możemy po wlutowaniu odgiąć i przykręcić do płytki. Radiator nie jest konieczny, zwłaszcza że LM317 jest wewnętrznie zabezpieczony przed przeciążeniem termicznym i zwarciami. Akumulator podłączamy do zacisków K1, jednak ze względu na małe prądy przewody o dużym przekroju nie są potrzebne. Przed dołączeniem zasilania należy sprawdzić biegunowość napięcia na wtyczce: na jej zewnętrznej części powinien być (-). Układ regulujemy po włączeniu zasilania, ale z odłączonym a-

### Wykaz elementów

## Rezultaty

R1, R2: 1k $\Omega$   
R3: 6,8k $\Omega$   
R4: 100 $\Omega$   
P1: 2,5k $\Omega$ , potenciometr

## Kondensatory

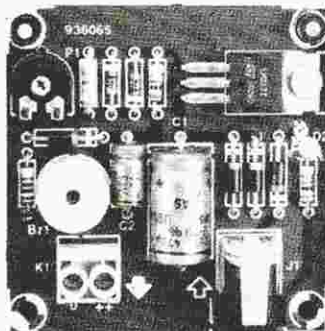
C1: 470 $\mu$ F/25V  
C2: 10 $\mu$ F/25V

## Półprzewodniki

D1, D3, D6, D7: 1N4001  
D2: LED zielony  
D4, D5: 1N4148  
IC1: LM317 (obudowa TO220)

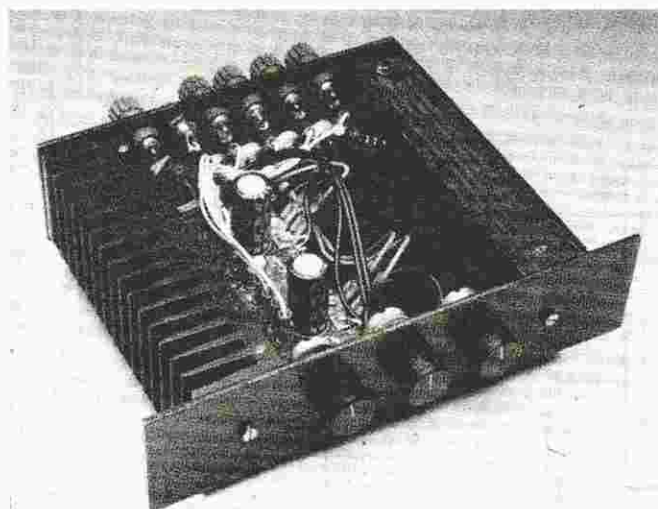
## Różne

J1: gniazdo zasilacza, do druku  
K1: zacisk śrubowy 2x, raster  
5mm  
Bz1: brzęczyk 5V=



Mała rzecz a cieszy! Dzisiaj monofoniczne radio o mocy 3W już nie wystarcza. Wysokiej jakości odtwarzacze kaset magnetofonowych, płyt CD i cała bateria głośników wymuszają stosowanie potężnych wzmacniaczy mocy, na przykład takich, jak opisany poniżej autoboster.

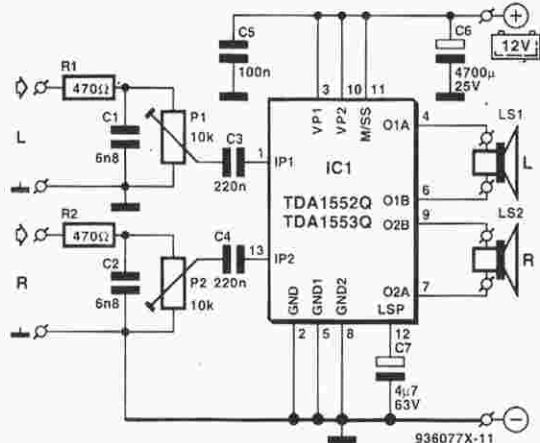
Jak pokazuje schemat elektryczny z **rys. 1**, nasz autoboster jest zbudowany bardzo prosto. Cała elektronika dla dwóch kanałów jest umieszczona w jednym układzie scalonym Philipsa TDA1552Q lub TDA1553Q. W układzie tym są dwie pary wzmacniaczy mocy, przy czym każda z par ma wspólne wejście, a jeden ze wzmacniaczy



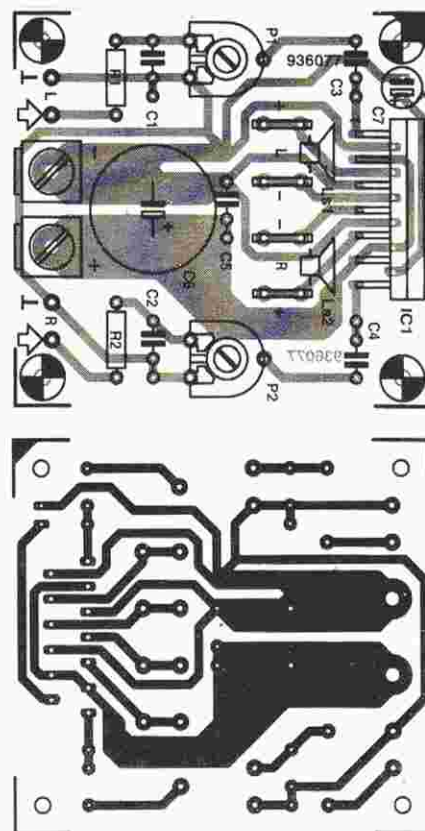
danej pary odwraca sygnał. Przy pełnymysterowaniu amplituda sygnału wyjściowego jest określona przez napięcie akumulatora (14,4V) pomniejszone o ok. 1,5V (straty wewnętrzne wzmacniaczy). Jeśli więc np. napięcie na nóżce 6 wynosi 14,4V - 1,5V = 12,9V, to na nóżce 4 mamy napięcie komplementarne, czyli poziom masy +1,5V. Różnica potencjałów pomiędzy nóżkami 4 i 6 wynosi więc maksymalnie 11,4V. W porównaniu ze zwykłym stopniem mocy i sprzężeniem przez kondensator elektrolityczny mamy na głośniku dwa razy wyższe napięcie zmienne i płynie dwa razy większy prąd. Moc wyjściowa takiego układu



1



2



jest czterokrotnie większa niż uzyskiwana ze zwykłego wzmacniacza.

Ze względu na własności TDA1553Q nóżki 1 i 13 są sterowane poprzez kondensatory sprzęgające; blokują one wpływ ewentualnej składowej stałej. Zadaniem potencjometrów montażowych P1 i P2 jest ograniczenie do dopuszczalnego poziomu sygnałów wejściowych (radio, odtwarzacz kaset lub CD). Obwody R1/C1 i R2/C2 tłumią zakłócenia w.cz. w liniach doprowadzających sygnał. Kondensator elektrolityczny C6 i kondensator C5 typu MKT przeciwdziałają zakłóceniom, które mogą się przedostawać przez przewody zasilające.

Kondensator C7 nie ma nic wspólnego z odsprężaniem lecz jest nieodzowny dla poprawnego działania wewnętrznego zabezpieczenia TDA1553Q. Zabezpieczenie to (nie występujące w tańszej wersji - TDA1552Q) nadzoruje różnicę napięć na wyjściu i w wypadku

zagrożenia ogranicza ją do 1V. C7 określa jak szybko to nastąpi i dla jego wartości jak na schemacie czas ten wynosi 0,5s.

### Konfiguracja i konstrukcja

Płytkę drukowaną (rys. 2) ma dość duże wymiary i może być łatwo obsadzona elementami. Układ scalony, ze względu na duże straty mocy, musi być dobrze chłodzony. Radiator, wymieniony w wykazie elementów, ma oporność cieplną mniejszą niż 0,8K/W i idealnie pasuje do obudowy (zdjęcie tytułowe). Nieodzwon jest dobre izolowanie układu scalonego od radiatora, np. przy pomocy podkładki mikowej lub silikonowej. Odrobina pasty przewodzącej ciepło na pewno nie zaszkodzi. Należy również pamiętać o tym, aby nie wystąpiły naprężenia mechaniczne pomiędzy radiatorem a zmontowaną płytką.

Rysunek 3 i zdjęcie tytułowe pokazuje wersję rozbudowaną boostera z dwoma odrębnymi wzmacniaczami stereo dla zes-

tawów głośnikowych zamontowanych z przodu i tyłu naszego auta. Zanim sygnały sterujące zostaną podane do wejść wzmacniaczy, przechodzą przez zespół trzech potencjometrów stereo2. Przy pomocy P1 ustawia się balans, P2 określa siłę głosu, zaś P3 rozdziela moc pomiędzy głośnikami przednimi i tylnymi.

Sygnał sterujący powinien być doprowadzony do boostera przewodem ekranowanym. Połączenia z głośnikami i zasilanie należy wykonać dostatecznie grubymi przewodami (minimum

2,5mm<sup>2</sup>). Zasilanie powinno być zabezpieczone szybkim bezpiecznikiem 7A i pobrane bezpośrednio z zacisków akumulatora.

Jeszcze jedno zalecenie: jeśli radio lub inne urządzenie, z którego chcemy sterować boosterem, posiada podobny wzmacniacz wyjściowy, to wykorzystujemy tylko jedno jego wyjście, łącząc go z boosterem poprzez kondensator szeregowy 470nF, drugie wyjście pozostawiając w spokoju.

### Wykaz elementów

#### Rezystory

R1, R2: 470Ω  
P1, P2: 10kΩ potencjometr montażowy

#### Kondensatory

C1, C2: 6,8nF  
C3, C4: 220nF  
C5: 100nF  
C6: 4700µF/25V, stojący  
C7: 4,7µF/63V, stojący

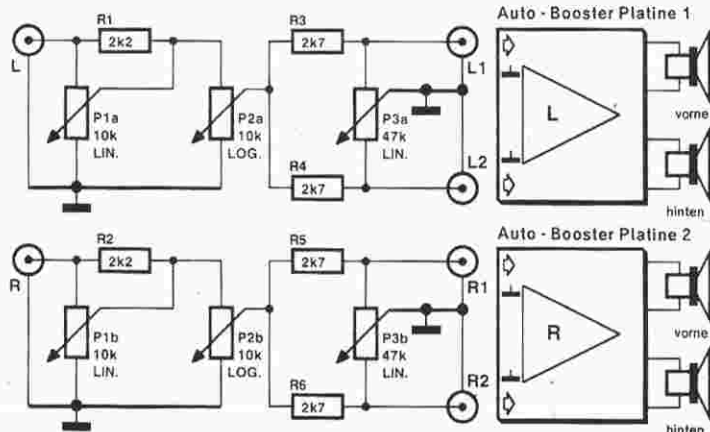
#### Półprzewodniki

IC1: TDA1553Q

#### Różne

radiator (SK85, 50mm)  
2 zaciski AMP, kątowe, ze śrubami  
4 zaciski AMP, pionowe (do podłączenia głośników)  
płytkę drukowaną 936077

3



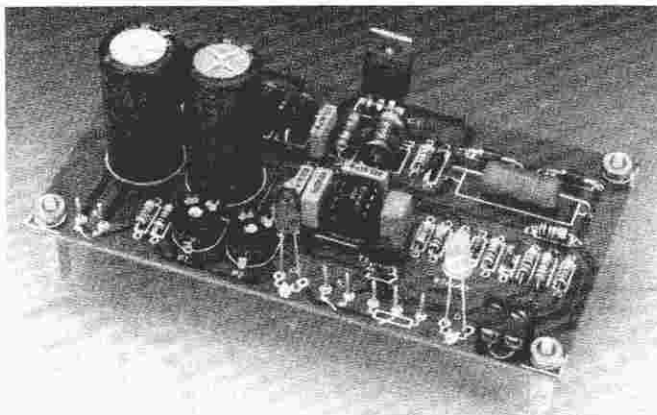


Małe 12V wiertarki nie odznaczają się dużym momentem obrotowym. Wysokie obroty przy biegu bez obciążenia spadają wyraźnie wraz z jego wzrostem. Nasz regulator pozwala nie tylko nastawić potrzebne obroty, lecz automatycznie kompensuje ich spadek przy wzroście obciążenia tak dalece, jak na to pozwala prąd wirnika. W każdym razie opisany regulator przedstawia sobą optymalne źródło zasilania dla małych wiertarek.

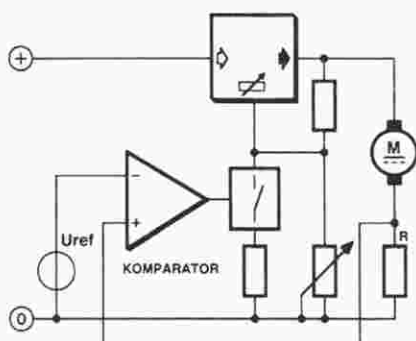
Wysokie obroty biegu "na luzie", charakterystyczne dla miniwiertarek, poważnie utrudniają centrowanie przy wierceniu otworów w płytkach drukowanych, a przy samym wierceniu moc takich wiertarek pozostawia wiele do życzenia. Przy użyciu regulowanego zasilacza można co prawda dostatecznie zredukować obroty przy wierceniu, lecz potem trzeba ręcznie podnieść obroty tak, aby wiertarka nie zatrzymała się. Prezentowany układ kompensacji rozwiązuje ten problem i automatycznie dodaje mocy, jak tylko wzrasta obciążenie.

#### Czujnik prądu

Schemat blokowy (rys. 1) wyjaśnia działanie układu. Istotnym jest mały opornik R stanowiący



1



czujnik prądu silnika. Ze wzrostem obciążenia wzrasta prąd, a więc i spadek napięcia na tym oporniku. To zależne od ob-

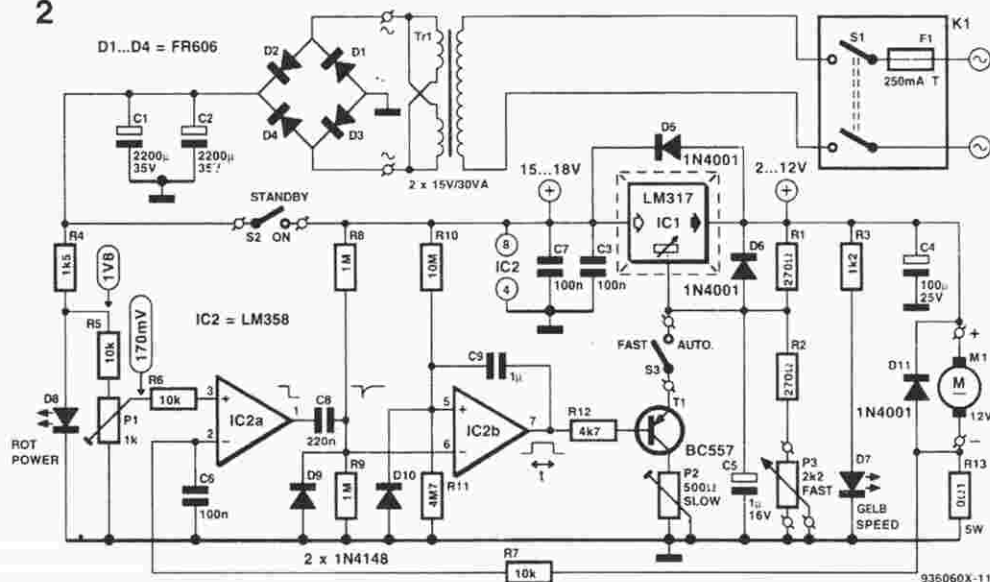
ciążenia napięcie jest porównywane przez komparator ze stabilnym napięciem odniesienia Uref. Jak tylko napięcie na oporni-

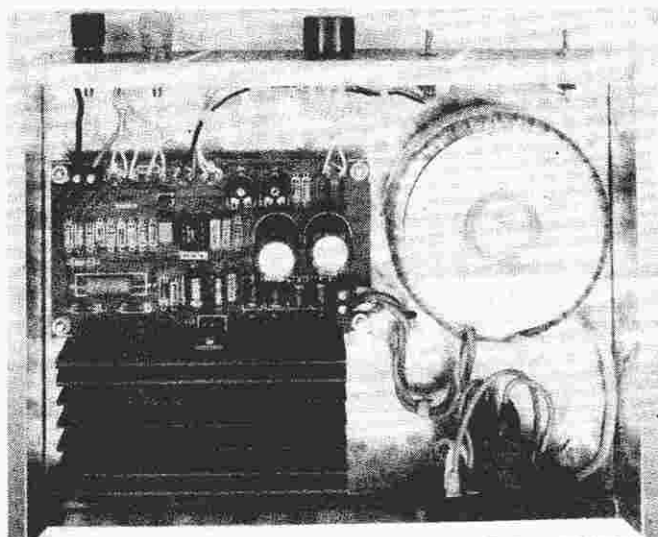
ku - czujniku przekroczy  $U_{ref}$ , komparator przełącza przełącznik elektroniczny, odłączając rezystor połączony równolegle do potencjometru. Powoduje to wzrost napięcia na wyjściu stabilizatora, zachodzi więc kompensowanie spadku obrotów. Jeśli obciążenie silniczka maleje to maleje napięcie czujnika i komparator dołącza opornik równoległy do potencjometru i napięcie wyjściowe stabilizatora spada, zapobiegając wzrostowi obrotów.

#### Na schemacie....

pokazano realizację właśnie tej idei (rys. 2). Regulowany stabilizator napięcia to układ LM317, potencjometr to P3, a czujnik prądu silnika M1 to R13. T1 służy jako elektroniczny przełącznik włączający lub odłączający opornik równoległy (potencjometr montażowy P2). Komparator to IC2a, a napięcia odniesienia  $U_{ref}$  dostarcza LED D8, który jednocześnie służy jako wskaźnik włączenia układu. Do wyjaśnienia pozostaje przeznaczenie elementów nie występujących na schemacie blokowym, a więc IC2b i przełączników S2 i S3. Przełącznik S3 włącza kompensację. Gdy S3 jest otwarty (pozycja "FAST"), możemy nastawiać obroty wiertarki bez kompensacji, co pozwala na ustawienie maksymalnych obrotów bez obciążenia. Pozycja "AUTO" przełącznika S3 umożliwia kompensację. Zależy ona od spadku napięcia na R13 i napięcia odniesienia ustawianego przy pomocy P1. Rezystor R13 ma bardzo małą wartość (0,1Ω), aby swą obecnością nie ograniczał prądu silnika. Spadek napięcia na R13 (20...80mV) jest podawany na odwracające wejście komparatora (końcówka 2 w IC2a). Napięcie odniesienia doprowadzone do drugiego (nieodwracającego) wejścia komparatora możemy ustawić przy pomocy P1 i to właśnie określa, przy jakim obciążeniu uaktywnia się kompensacja. Gdy T1 przewodzi, wtedy obroty silnika zależą przede wszystkim od wartości P2 (SLOW), gdy zaś T1 nie przewodzi, to obroty zależą od P3

2





(FAST). Jakie zadanie ma IC2b? Jest on połączony jako uniwbibrator (monoflop) i wydłuża impuls podany na jego wejście, co eliminuje zjawisko polegające na tym, że małe zmiany obciążenia nieustannie wyłączają i włączają kompensację. Działanie kom-

pensacji można ocenić dzięki LED D7, do której przyłożone jest napięcie silnika. Diody D5 i D6 zabezpieczają stabilizator przed ewentualnym prądem wstecznym obciążenia, zaś D11 zwiiera napięcie samoindukcji silnika.

Wyłącznik S2 ("STANDBY") umożliwia włączanie wiertarki bez opóźnień i może być zrealizowany np. jako przycisk na wiertarce. Wykorzystywania w tym celu S1 powinno się unikać, ponieważ nie dość, że jest on pod napięciem sieci, ale również ze względu na opóźnienie, które będzie wprowadzane przez kondensatory elektrolityczne C1 i C2 w zasilaczu.

Konstrukcja zasilacza nie wymaga dodatkowych objaśnień. W jego skład wchodzi: transformator, prostownik (cztery diody 6A) i dwa równolegle połączone kondensatory filtrujące C1 i C2.

#### Wskazówki konstrukcyjne

Transformator powinien dostarczać prąd o natężeniu 2A przy napięciu 15V. Na schemacie pokazano dwa uzwojenia 1A połączone równolegle, co wynika z zastosowanego typu transformatora. Stabilizator LM317 jest termicznie zabezpieczony i odporny na zwarcia, a przy dob-

rym chłodzeniu może dostarczać maksymalnego prądu 1,5A. Jeśli stabilizatora nie odizolujemy od radiatora, np. podkładką mikiową, to musimy zatroszczyć się o to, aby radiator nie dotykał elementów przewodzących. Jeśli nasza wiertarka wymaga większego prądu, to zamiast LM317 możemy, bez przeróbki mozaiki ścieżek, wstawić stabilizator LM350T, który jest w stanie dostarczyć 3A. Oczywiście, odpowiednio większe muszą być wtedy transformator (50VA) i radiator.

Propozycja płyty czołowej jest pokazana na rys. 3. Punkty połączeń elementów, które znajdują się na płycie czołowej, są na płycie tak zgrupowane aby okablowanie było przejrzyste i krótkie.

#### Wykaz elementów

##### Rezystory

R1, R2: 270Ω  
R3: 1,2kΩ  
R4: 1,5kΩ  
R5...R7: 10kΩ  
R8, R9: 1MΩ  
R10: 10MΩ  
R11: 4,7MΩ  
R12: 4,7kΩ  
R13: 0,1Ω/5W  
P1: 1kΩ potencjometr montażowy  
P2: 500Ω potencjometr montażowy  
P3: 2,2kΩ potencjometr lin.

##### Kondensatory

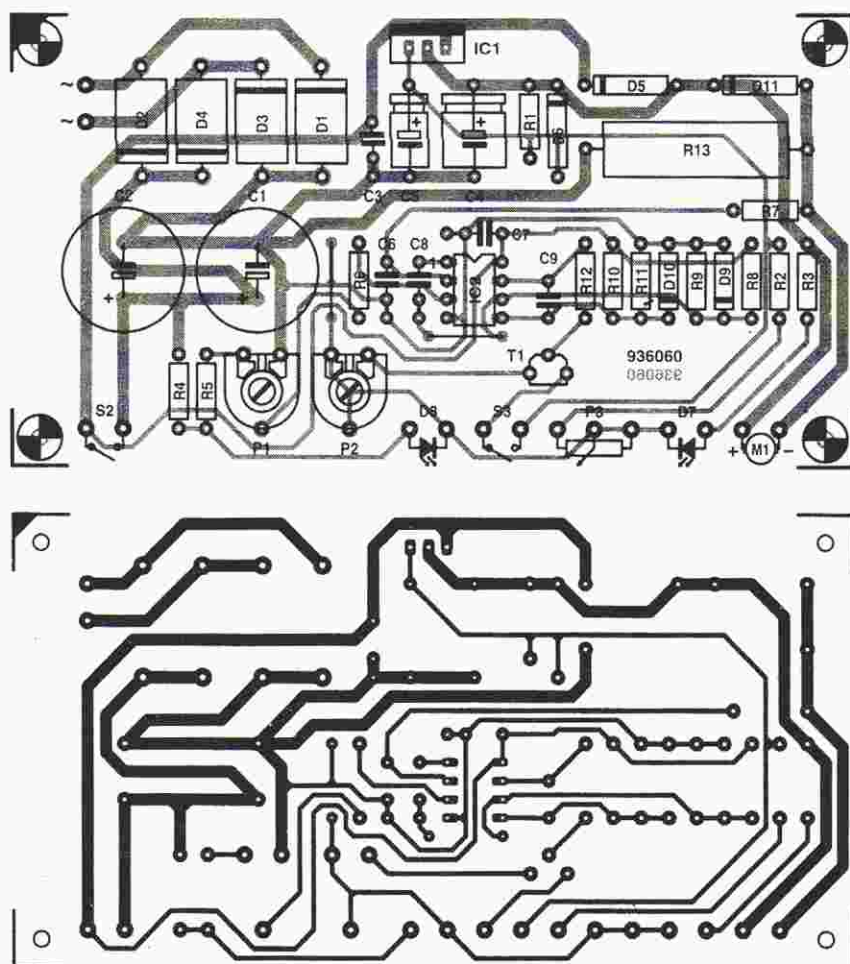
C1, C2: 2200μF/35V  
C3, C6, C7: 100nF  
C4: 100μF/25V  
C5: 1μF/16V  
C8: 220nF  
C9: 1μF MKT

##### Półprzewodniki

D1...D4: FR606 (lub odpowiedniki diod 6A)  
D5, D6, D11: 1N4001  
D7: LED 5mm żółta  
D8: LED 5mm czerwona  
D9, D10: 1N4148  
T1: BC557  
IC1: LM317 (LM350T)  
IC2: LM358

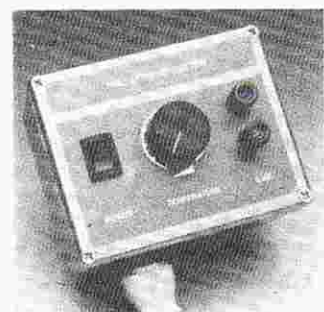
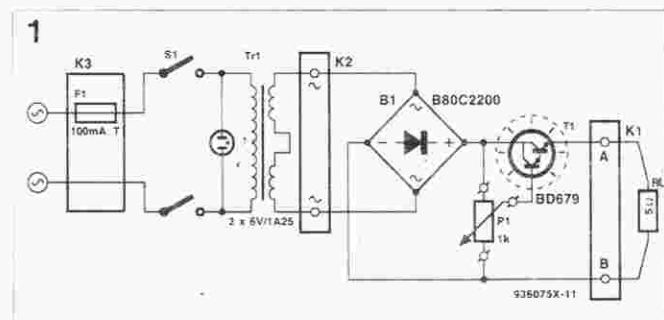
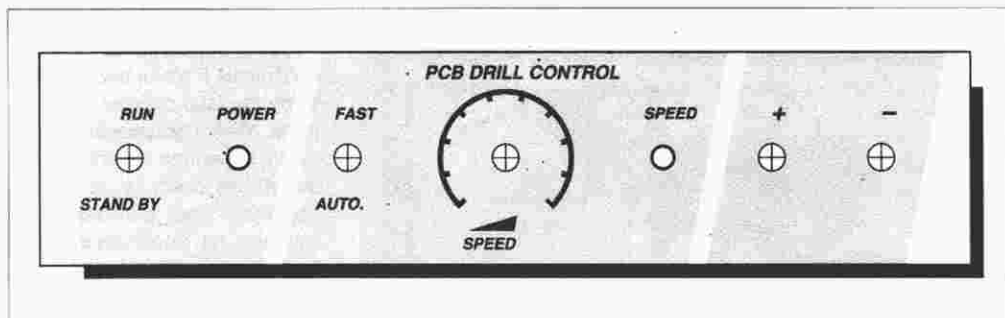
##### Różne

S2, S3: wyłączniki 1-biegowe  
Tr1: transformator sieciowy 15V/30VA  
2 zaciski laboratoryjne  
F1: bezpiecznik 250mA  
oprarka bezpiecznika  
wyłącznik sieciowy  
radiator (SK68/75)  
płyta drukowana (936060)  
obudowa





kie. Przewody doprowadzające napięcie z sieci muszą mieć dobrą izolację i pewne podłączenia, kabel sieciowy powinien być mechanicznie odciążony, a w wypadku metalowej obudowy musi ona być połączona z dodatkowym przewodem zerującym.



### Cięcie przy pomocy prądu

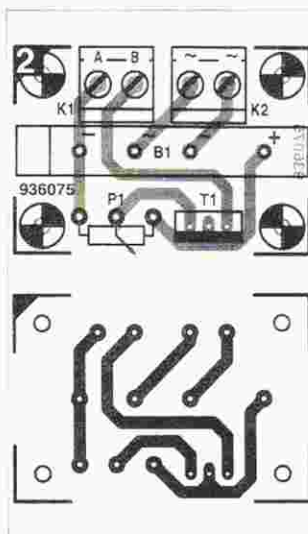
Spieniony polistyren, zwany potocznie styropianem, jest powszechnie znanym materiałem i daje się wszechstronnie wykorzystywać. Cięcie tego tworzywa nożem lub piłką nie jest dobrym pomysłem, gdyż powstające przy tym silnie elektryzujące się trociny zaśmiecają natychmiast całe mieszkanie. Znacznie lepszym rozwiązaniem problemu jest cięcie przy pomocy gorącego drutu.

Schemat elektryczny przyrządu do cięcia styropianu pokazano na rys. 1. Napięcie z sieci (220V, 50Hz), poprzez gniazdko z zintegrowanym bezpiecznikiem i dwubiegunowy podświetlany wyłącznik, jest podane na uzwojenie pierwotne małego transformatora. Uzwojenie wtórne powinno dostarczać napięcia ok. 12V i dopuszczać ob-

ciążenie prądem minimum 1,25A. Do tego uzwojenia dołączono prostownik, który przetwarza napięcie zmienne 12V na pulsujące stałe o amplitudzie ok. 17V. Podawane jest ono na kolektor tranzystora mocy w układzie Darlingtona, którego baza jest zasilana z potencjometru P1. Tranzystor i potencjometr tworzą regulowane źródło napięcia; napięcie na emiterze jest zawsze mniejsze o 1,2V (szeregowo połączone dwa złącza baza/emiter) od napięcia na bazie. Napięcie na emiterze, a więc napięcie na drucie oporowym RL można nastawiać przy pomocy P1. Ponieważ oporność drutu (50Ω/m) jest stała (niezależna od temperatury), zatem płynie przez niego prąd proporcjonalny do napięcia ustawionego przez P1. Jeśli nie mamy pod ręką potrzebnego drutu oporowego, to możemy go uzyskać demontując opornik drutowy (10Ω/5W).

### Montaż

Drut oporowy mocujemy w typowej ramce do piłek włósnicowych, jednocześnie pamiętając o tym, aby jeden jego koniec był odizolowany od metalowej ramki. W roli izolatora zastosować można zacisk porcelanowy lub kawałek laminatu epoksydowego (pozbawiony miedzi).



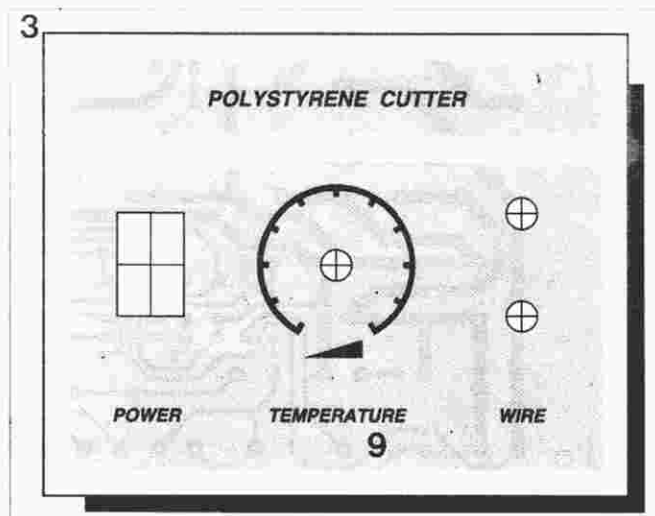
Płytę z elementami elektronicznymi, których rozmieszczenie pokazuje rys. 2, umieszczamy w obudowie zwracając uwagę, aby tranzystor był dostatecznie dobrze chłodzony, np. poprzez przykręcenie go do ścianek obudowy (jeśli jest ona metalowa) lub do odpowiedniego radiatora.

Jeśli przewidujemy nieprzerwa-

### Wykaz elementów

- RL: 10...15cm drutu oporowego 50Ω/m
- P1: potencjometr 1kΩ
- B1: prostownik 80V/2,2A (B80C2200)
- T1: tranzystor BD679
- Tr1: transformator sieciowy (patrz tekst)
- K1, K2: zaciski podwójne do montażu na płytce drukowanej
- K3: gniazdko na kabel sieciowy z zintegrowanym gniazdkiem na bezpiecznik
- Bezpiecznik 100mA
- 2 zaciski laboratoryjne do podłączenia piłki obudowa

ną pracę naszego urządzenia, transformator powinien zapewniać obciążalność do 3A. Ramkę piłki włósnicowej i izolowaną końcówkę zamocowanego w niej drutu oporowego łączymy elastycznymi przewodami z zaciskami A, B i możemy przystąpić do obróbki styropianu.



Przełączniki, z powodu swojej bezwładności, poboru mocy a często i rozmiarów, nie są najlepszymi przełącznikami napięcia zmiennego. Nie mogą poza tym być używane w układach sterowanych fazowo. Zastąpienie ich triakami stwarza problemy związane ze spadkiem na nich napięcia.

Znacznie lepszym rozwiązaniem jest zastosowanie tranzystorów SIPMOS w przeciwsobnym połączeniu. Wymagają one niestety napięcia sterującego izolowanego od napięcia zmiennego. Tę trudność da się jednak przezwyciężyć przez użycie odwróconych diod bocznikujących, widocznych na przedstawionym schemacie.

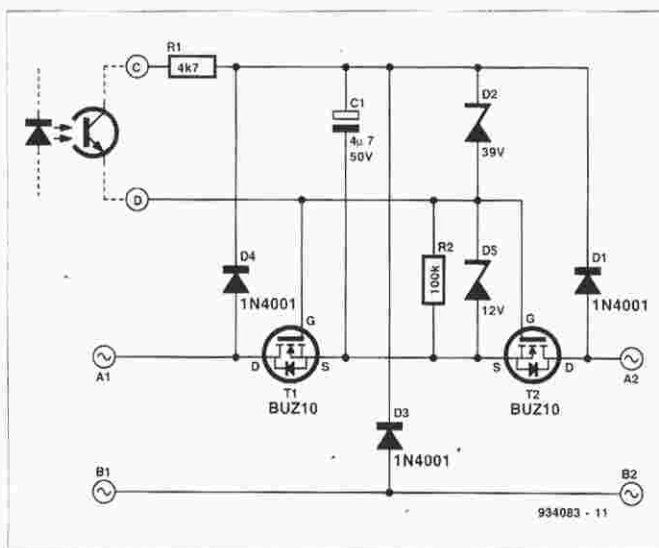
Gdy optoizolator nie przewodzi, układ jest wyłączony, a C1 jest ładowany w trakcie jednego półokresu (od B do A) przez D3 i jeden z tranzystorów SIPMOS. Gdy obciążenie jest

przyłączone, C1 jest ładowany także w trakcie drugiego półokresu (od A do B), albo przez D4 i diodę w T2 (obciążenie pomiędzy A2 i B2), albo przez D1 i diodę w T1 (obciążenie pomiędzy A1 i B1).

Gdy optoizolator przewodzi, układ zostaje włączony, i za pośrednictwem R1 i tranzystora optoizolatora napięcie zostaje doprowadzone z C1 do bramek T1 i T2. Dioda D5 chroni bramki przed zbyt dużymi napięciami. W czasie gdy układ jest włączony, C1 jest nadal ładowany w trakcie jednego półokresu (od B do A) przez D3 i jeden z tranzystorów SIPMOS.

Dioda D2 wraz z D1 i D4 zwiększa impulsy prądowe powstające przy przełączaniu obciążeń indukcyjnych.

Układ może przełączać napięcia zmiennie do 45V. Bez radiatorów prąd tranzystorów SIPMOS nie może przekraczać 3A. Przy



większych prądach, albo gdy stale są przełączane większe obciążenia indukcyjne, należy użyć niewielkiego radiatora.

B.C. Zschocke - 934083

Modulacja szerokości impulsów (pulse width modulation, PWM) nadaje się idealnie do sterowania silnikami małych wiertarek elektrycznych do płytek drukowanych, które pobierają prąd do 2A. Większy prąd jest dopuszczalny, gdy tranzystorowi T2 zapewni się dodatkowe chłodzenie i zwiększy pojemność C2. W przedstawianym układzie uwzględniony został również fakt, że w takich wiertarkach stosuje się małe silniki elektryczne, których obroty zależą od napięcia.

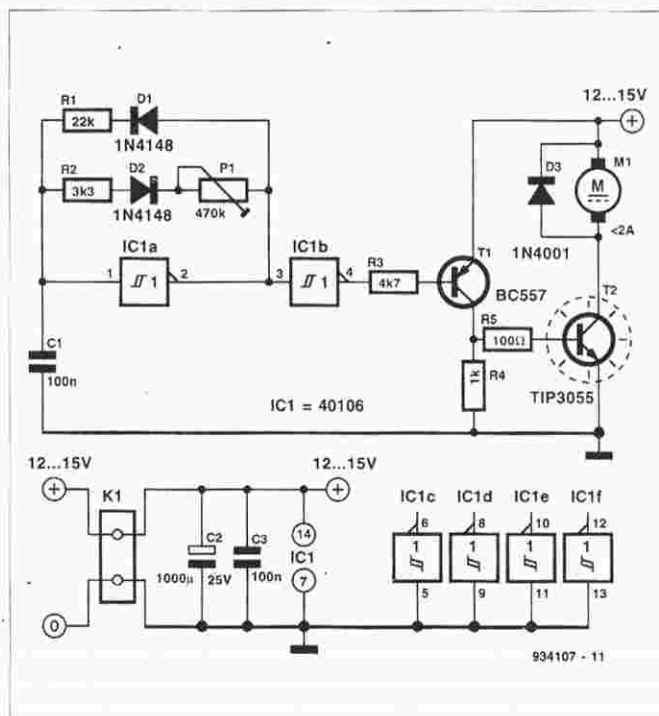
Głównym elementem schematu jest multiwibrator IC1a, typu 40106, którego wyjście jest stale niskim przez czas zależny od R1, a w wysokim przez czas zależny od R2 i P1.

Gdy C1 jest rozładowany, napięcie na wejściu IC1a jest niższe od dolnego progu, więc wyjście (wyprowadzenie 2) jest w sta-

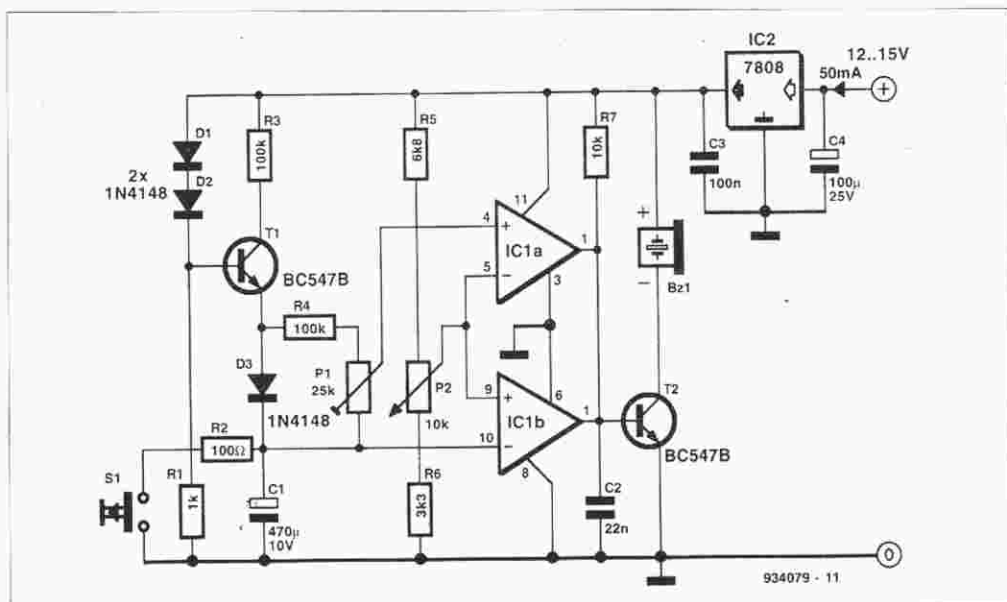
nie wysokim. Kondensator jest wtedy szybko ładowany przez D1 i R1 i w ciągu 1,5ms osiąga górny próg. Na wyjściu IC1a pojawia się wtedy stan niski, a C1 rozładowuje się przez D2, R1 i P1. W prototypie czas ten daje się regulować w granicach od 0,2ms do 25ms. Oznacza to, że współczynnik wypełnienia fali prostokątnej zmienia się od 5% do 90%.

Sygnal zostaje odwrócony i doprowadzony do bazy T1. Włączenie tranzystorów T1 i T2 w czasie ujemnego impulsu na wyjściu IC1b (wyprowadzenie 4) wywołuje przepływ prądu w silniku. Gdy oporność P1 jest minimalna, obroty silnika wiertarki są największe.

Amrit bir Tiwana - 934107







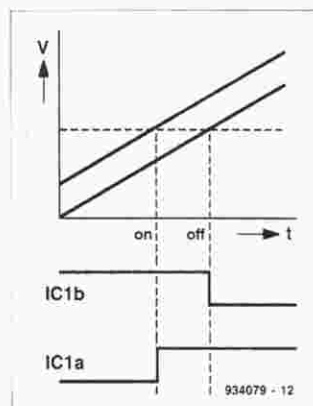
Elementem wyznaczającym czas w przedstawionym układzie jest kondensator C1, ładowany ze źródła prądowego T1. Napięcie na kondensatorze wzrasta zatem liniowo. Czas, z dobrą dokładnością, wyznacza porównanie tego napięcia z uprzednio ustalonym napięciem odniesienia. Dla przyjętych wartości elementów czas ten zawiera się pomiędzy 1min a 10min.

Napięcie rosnące i napięcie odniesienia są porównywane przez IC1a i IC1b o wyjściach z otwartym kolektorem. Pomijając chwilowo IC1a, tranzystor wyjściowy IC1b będzie zablokowany, dopóki napięcie na C1 będzie niższe od napięcia nastawionego. Gdy napięcie to przewyższy napięcie odniesienia, tranzystor wyjściowy IC1b zacznie przewodzić, blokując tranzystor T2. Znacząco by to, że brzęczyk bę-

dzie wydawał z siebie dźwięki do momentu zrównania się napięć. Nie jest to jednak rozwiązanie najlepsze. Ponieważ sygnał jest potrzebny na krótką tylko chwilę, gdy nastawione napięcie zostanie osiągnięte, staje się potrzebny IC1a. Komparator ten otrzymuje z obwodu D3-R4-P1 napięcie nieco wyższe od napięcia na C1. IC1a działa inaczej niż IC1b. Jego tranzystor wyjściowy przewodzi, dopóki suma

napięcia na C1 i napięcia z potencjometru P1 jest mniejsza od napięcia odniesienia, a zostaje zablokowany, gdy napięcie to przewyższy napięcie odniesienia. Komparator ten uruchamia więc brzęczyk na krótko przed osiągnięciem nastawionego czasu. Działanie obu komparatorów sumuje się, brzęczyk zostaje włączony na chwilę przed upływem nastawionego czasu i milnie w momencie jego zakończenia. Czas nastawia się potencjometrem P2, długość sygnalizacji za pomocą P1. Układ uruchamia się naciśnięciem przycisku S1.

A. Rietjens - 934079



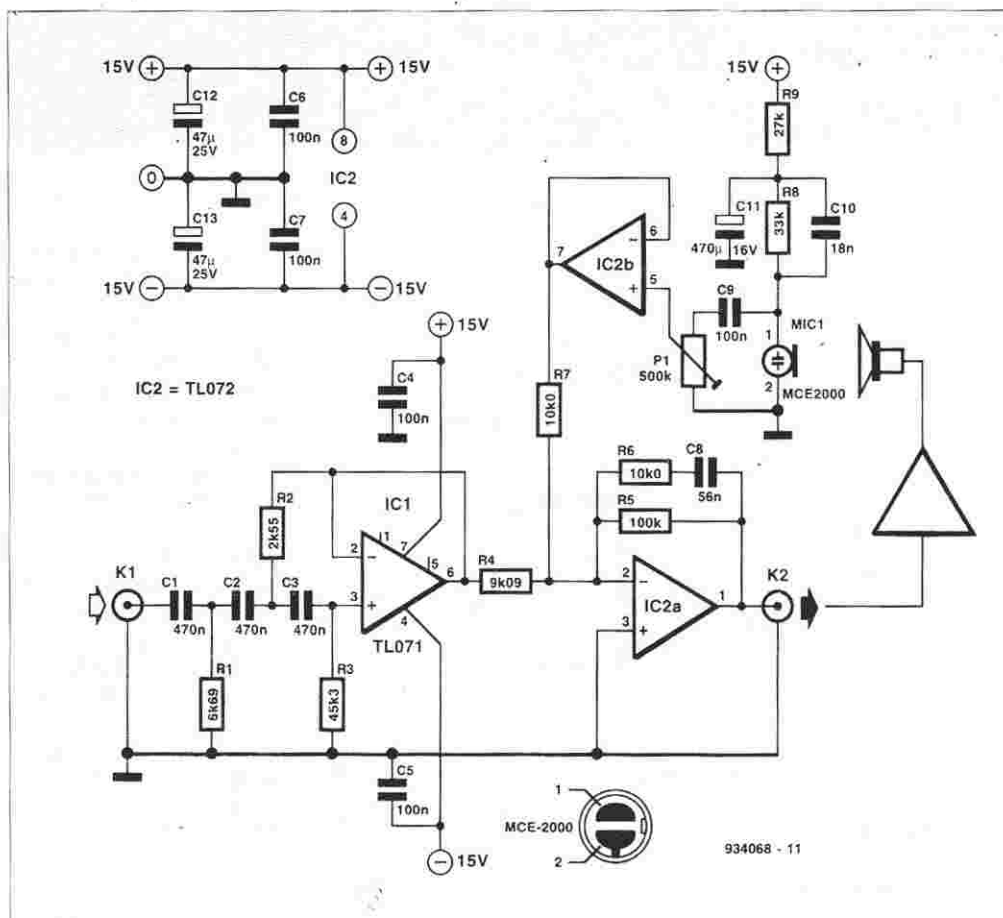
Dobre odtwarzanie niskich tonów za pomocą tanich i małych kolumn umożliwiają tylko systemy aktywne. W opisywanym układzie uzyskuje się dobre wyniki dzięki zastosowaniu aktywnego sprzężenia zwrotnego, a nie dzięki dużym i ciężkim kolumnom. Mikrofon umieszczony w pobliżu głośnika niskotonowego niezawodnie rejestruje każdy ruch jego membrany. Należy oczywiście bacznie zwracać uwagę na jej maksymalne wychylenia.

Mikrofon jest włączony w pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego wzmacniacza mocy. W ten sposób sygnał wejściowy wzmac-

niacza jest porównywany z sygnałem akustycznym wytwarzanym przez głośnik. System ten działa dobrze tylko w zakresie niskich częstotliwości. Doświadczenia wykazały, że jeśli mikrofon jest umieszczony w odległości 10mm od stożka membrany, to wiernie odbierane są częstotliwości do 500Hz. Dla uzyskania absolutnej pewności poprawnego działania, w omawianym układzie za górną częstotliwość przyjęto 300Hz, powyżej której działanie korekcyjne stopniowo zanika. Jednakże działanie głośnika jest korygowane również i dla sygnałów powyżej 300Hz. Jeżeli częstotliwość gra-

niczna toru niskich częstotliwości wynosi także 300Hz, to lepiej obniżyć częstotliwość graniczną, ustaloną przez R6-C8. Wzmocnienie IC2a w pasmie działania wynosi 20dB i zaczyna spadać do 0dB, poczynając od częstotliwości wyższych od 300Hz. IC2b służy jako bufor dla sygnału mikrofonowego, którego poziom dobiera się potencjometrem P1, w zależności od sygnału wzmacniacza mocy i sprawności mikrofonu. Jeżeli poziom ten zostanie ustalony za wysoko, korygowane będą także częstotliwości wyższe od granicznej; jeżeli za nisko, korekcja będzie niewielka i przenoszenie sygna-

łów o częstotliwości pomiędzy 20Hz a 300Hz będzie rosło zgodnie ze standardową charakterystyką pierwszego rzędu. Wyboru mikrofonu trzeba dokonywać drogą eksperymentów, zwłaszcza w przypadkach wzmacniaczy większej mocy. Mikrofon zastosowany w tym prototypie dobrze działa w systemach małej mocy i stosunkowo niskiej sprawności. Stosując inny typ trzeba się upewnić, czy na mikrofonie jest napięcie równe w przybliżeniu połowie napięcia zasilającego. Zależy ono od R8 i R9. Trzeba się również upewnić, czy dolna częstotliwość graniczna, ustalona przez C9-P1,



pozostaje sporo poniżej 20Hz (zmniejszenie sygnału na P1 powoduje wzrost całkowitego wzmocnienia).

Częstotliwość, do której sygnał mikrofonu jest kompensowany, jest określona przez R8-C10-P1. Ta stała czasu musi być równa R6-C8.

Przedstawiany układ ma wzmocnienie ok. 20dB dla częstotliwości wyższych od 20Hz. Większość głośników nie działa przy tak niskiej częstotliwości, do układu włączono więc filtr Butterwortha trzeciego rzędu, o częstotliwości granicznej 37kHz. Częstotliwość ta może być zmieniana przez zmianę pojemności C1, C2 i C3. Filtr ten zapobiega wzbudzeniu głośnika częstotliwościami, których nie może on odtwarzać.

Korektor jest szczególnie użyteczny w aktywnych kolumnach głośnikowych. Należy upewnić się, czy faza głośnika jest odwrócona, aby uniknąć dodatniego sprzężenia zwrotnego. Można to zrobić dodając przed K2 bufor odwracający.

Układ pobiera około  $\pm 6\text{mA}$ , z czego tylko 0,25mA przypada na mikrofon.

T. Giesberts - 934068

058

## Przełącznik uruchamiany częstotliwością

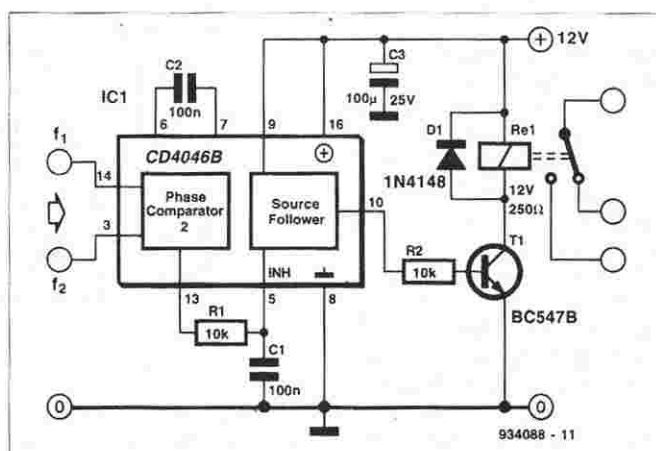
Powszechnie znane są przełączniki uruchamiane napięciem, ale nie często można spotkać uruchamiane częstotliwością. W przełączniku, który tu opisano, został zastosowany układ 4046, czyli PLL (phase locked loop), zawierający rozbudowane układy cyfrowe.

Sygnały dwóch porównywanych częstotliwości doprowadza się do wyprowadzeń 3 i 14 w IC1. Muszą to być sygnały prostokątne, o amplitudach równych napięciu zasilania, 3...5V. Ich współczynnik wypełnienia jest mało istotny, jako że IC1 reaguje tylko na zbocza narastające. Gdy  $f_1$  jest mniejsza od  $f_2$ , wyjście jest w stanie niskim. Gdy  $f_1 = f_2$ , na wyprowadzeniu 13 pojawia się fala prostokątna, o stabilnym współczynniku wypełnienia, wyznaczonym przez różnicę faz obu sygnałów. Sygnał ten

zostaje przekształcony przez R1 i C1 w napięcie stałe, które za pośrednictwem wtórnika źródłowego jest doprowadzone do tranzystora przełączającego T1. Jeżeli napięcie to jest dostatecznie duże, T1 zaczyna przewodzić i wzbudza przełącznik.

Teoretycznie błąd przełącznika jest zerowy, ale w praktyce trzeba przyjąć 0,1%. Stała czasu R1C1 musi być 10-krotnie wyższa od okresu sygnału wejściowego. Większa wartość niepotrzebnie opóźnia działanie przełącznika.

W najgorszym przypadku, gdy częstotliwości są niemal identyczne, może upłynąć jeden okres częstotliwości różnicowej, zanim przełącznik zadziała. Układ może działać przy napięciu 3-15V, trzeba jednak, aby takie samo było napięcie pracy przełącznika. Tranzystor T1 może przełą-



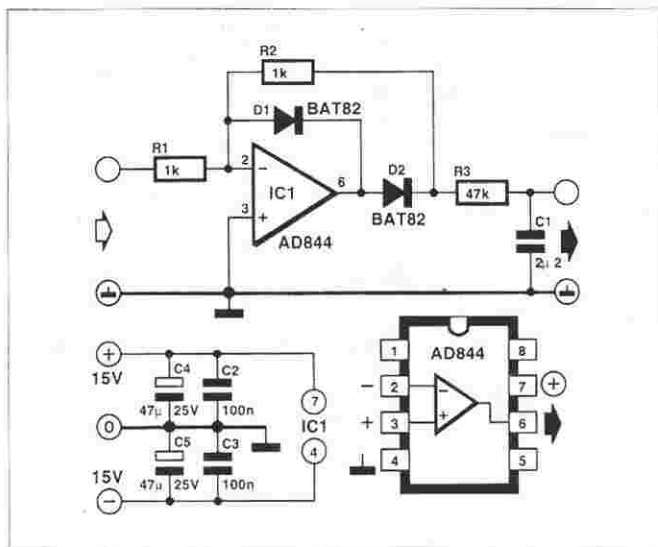
czać do 100mA. Układ pobiera 0,5mA plus prąd przełącznika.

I.M. Nagarajan - 934088



Prostownik ten ma za zadanie poszerzyć pasmo multimetru cyfrowego. Działa na zasadzie prostownika jednopółkowego w tradycyjnym układzie.

Dioda D2 jest szeregowo połączona ze wzmacniaczem operacyjnym IC1. Dzielnik sprzężenia zwrotnego R1 i R2 jest przyłączony za diodą, więc ujemne połówki napięcia wejściowego znajdują się na katodzie D2 z tą samą amplitudą. Dodatkowo połówki na wyjściu wzmacniacza są redukowane niemal do zera przez D1. Obwód wyjściowy R3-C1 całkuje wyprostowane jednopółkowo napięcie i z C1 odbiera się średnią wartość ujemnych połówek sygnału wejściowego. Jeżeli sygnał ten jest sinusoidalny, napięcie wyjściowe wynosi 1/11 jego szczytowej wartości. Zastosowano wzmacniacz operacyjny o prądowym sprzężeniu zwrotnym. Oporność dziel-



nika sprzężenia zwrotnego decyduje o pasmie jego przenoszenia. Jest ono tym szersze, im oporność ta jest mniejsza. Zakładając możliwą do przyjęcia im-

pedancję wejściową (w prototypie 1kΩ) R1 i R2 mają po 1kΩ a szerokość pasma wynosi 30MHz. Gdyby oporność obu rezystorów zmniejszyć do połowy,

pasmo poszerzyłoby się do 60MHz.

Dokładność prostownika jest określona nie tylko szerokością pasma, lecz także szybkością narastania. AD844 charakteryzuje się szybkością narastania co najmniej 1200V/µs (typowo 2000V/µs). Oprócz tego mają znaczenie pojemności D1 i D2. Pojemność BAT82 wynosi 1,6pF a przy napięciu 0,5V płynie prąd 4mA.

W prototypie zmierzono częstotliwości, gdy napięcie obniżało się o 1% (około 0,1dB). Dla napięcia wyjściowego 1V, punkt -1% odpowiadał 1,7MHz, dla 100mV, 400kHz a dla 10mV 45kHz.

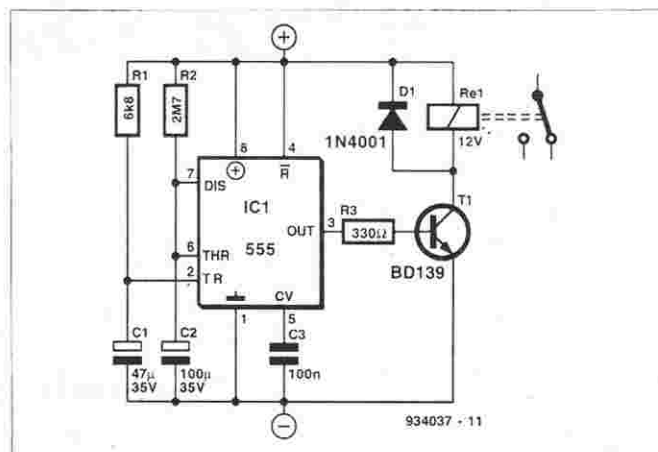
Pobór prądu przy zasilaniu ±15V wynosi 6,5mA. AD844 można zasilać napięciem w granicach od ±4,5V do ±18V.

T. Giesberts - 934055

Większość współczesnych samochodów jest wyposażona w wyłączniki wewnętrznego oświetlenia, wmontowane w boczne i ewentualnie tylne drzwi. Wadą tego rozwiązania jest możliwość rozładowania akumulatora w razie pozostawienia samochodu w garażu na kilka dni z niedomkniętymi drzwiami. Jest jednak na to rada\*.

Proponowany układ jest włączony pomiędzy standardowymi wyłącznikami a lampką oświetlenia wnętrza. Podstawowym jego elementem jest układ czasowy 555 (7555, 555C), działający jako przerzutnik monostabilny, włączający oświetlenie na cztery minuty. Czas ten można modyfikować zmieniając rezystor R2 i kondensator C2.

Obwód R1-C1 zapewnia wyzwolenie przerzutnika od razu z chwilą włączenia napięcia. Jego impuls wyjściowy, za pośrednictwem T1, wystawiający przełącznik Re1, który powinien działać pod napięciem 12V i nie pobie-



rać większego prądu niż 200mA. Po powrocie przerzutnika do stanu stabilnego, prąd spada do 6mA, jeżeli zastosowano układ scalony 555, lub do 0,5mA w przypadku 555C.

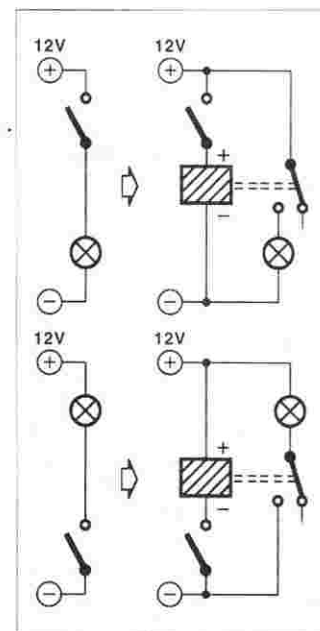
Przed montażem układu w samochodzie trzeba sprawdzić sposób połączenia wyłączników drzwiowych i dostosować do niego sposób montażu układu,

zgodnie ze wskazówkami na rysunku.

B. Klein - 934037

\* Nawet w garażu powinno się zostawiać samochód dobrze zamknięty z włączonym alarmem. Nawiasem mówiąc, w wielu nowoczesnych samochodach taki lub podobny układ jest montowany standardowo.

Redakcja



# Reklamy w Elektorze Elektroniku oraz w Elektronice Praktycznej

## Proponujemy:

1. **Reklamy ramkowe** (blankiet zamówienia niżej). Reklamy są drukowane w formie graficznej przystanej przez Zamawiającego lub opracowanej przez redakcję (gratis). Ceny dla szeregu ramek o standardowych wymiarach są podane niżej w tabeli.

Powierzchnia	Format, mm szer. x wys.	Strona cz.-b CENA, zł (bez podatku VAT)	Strona kolorowa CENA, zł (bez podatku VAT)
1/24 strony	56 x 30	510.000	660.000
1/12 strony	56 x 64 116 x 30	990.000	1.290.000
1/8 strony	176 x 30 86 x 64	1.490.000	1.940.000
1/6 strony	56 x 132	1.950.000	2.530.000
1/4 strony	86 x 132	2.930.000	3.810.000
1/2 strony	176 x 132	5.600.000	7.280.000
cała strona	176 x 268	10.200.000	13.260.000

II-III strona  
okładki ..... 15 min  
IV strona  
okładki ..... 17 min  
Rabat  
dla powtórzeń:  
4...6 razy ..... -10%  
ponad 6 razy ..... -20%

2. **Notki informacyjne w Elektronice Praktycznej** (blankiet zamówienia niżej) o nowych urządzeniach, podzespołach, programach, usługach, książkach wprowadzanych na rynek. Objętość od kilku zdań do jednej strony maszynopisu (do 1800 znaków). Pożądane zdjęcie. Notki informacyjne są publikowane w rubryce promocyjnej INFO-kraj, prowadzonej na zasadzie non profit. Opłata za umieszczenie notki jest skalkulowana na poziomie kosztów bezpośredniego druku, tj. 100 000 zł od 200 znaków + 200 000 zł za jedno zdjęcie.

3. **Artykuły promocyjne w Elektronice Praktycznej** - warunki do uzgodnienia.

4. **Reklamy w międzynarodowych wydaniach Elektora** - redakcja EE przyjmuje również ogłoszenia do publikacji w międzynarodowych wydaniach Elektora. Przykładowe ceny za 1 stronę ogłoszenia w poszczególnych wersjach językowych:  
angielska - 767 funtów  
niemiecka - 4.980 DM  
francuska - 7.000 FF.

5. **Wizytki do Elektora Elektronika i Elektroniki Praktycznej** - warunki do uzgodnienia

## Zamówienie na reklamę:

Złeczamy zamieszczenie:

- ☐ w Elektorze Elektroniku, w numerach .....
- ☐ w Elektronice Praktycznej, w numerach .....
- ☐ w Panoraminie Elektroniki, w numerach .....

ogłoszenia ramkowego o wielkości (wg tabeli) .....

-----  
nazwa firmy

-----  
ulica

□ □ □ □ □ -----  
miejscowość

tel.: ..... fax: .....

## Wypełnia podatnik VAT:

Oświadczam, że jestem podatnikiem VAT i upoważniam Wydawnictwo AVT-Korporacja Sp. z o.o. do wystawienia faktury VAT bez mojego podpisu.

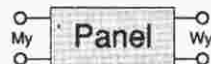
Nasz NIP: ..... podpis

**Uwaga!** Zamówienie należy złożyć nie później niż 40 dni przed planowanym dniem miesięcznym, w którym ukaże się pismo z zamieszczoną reklamą.

Warunkiem umieszczenia reklamy jest zapłacenie należnej kwoty, zatem w celu przyspieszenia procedury doradzamy wpłatę gotówką w siedzibie redakcji lub załączenie do zamówienia kserokopii dowodu wpłaty na poczeko:

na r-k: AVT-Korporacja Sp. z o.o.  
00-838 Warszawa, ul. Prosta 69  
Nazwa banku PKO BP XV O/W-wa  
Nr r-ku 1658-196657-136

# UWAGA! OFERTA SPECJALNA -



**Gratis** - zamieszczenie podstawowych informacji o firmie we wznawianym co 3 miesiące biuletynie pod tytułem **Panel (Panorama Elektroniki)**. W tej publikacji, poza danymi adresowymi i logo firmy, będą podane dziedziny i rodzaj działalności firmy, zgodnie z poniższym wykazem. Będzie to podstawowy informator o firmach elektronicznych, swego rodzaju "książka telefoniczna" elektroników. Firmy będą uporządkowane w układzie alfabetycznym oraz według dziedziny działalności. Pierwszy numer tego kwartalnika wydany w kwietniu b.r.

Kwartalnik Panel będzie rozprowadzany wśród:

- prenumeratorów i abonentów gratisowych pism **Elektronika Praktyczna, Elektor Elektroniki i USKA**

- wszystkich firm zgłoszonych do Panelu.

- klientów AVT w/g komputerowej bazy danych.

Jest to więc selektywna dystrybucja informacji do kilkudziesięciu tysięcy odbiorców ściśle związanych z rynkiem elektronicznym, praktycznie do wszystkich w kraju zainteresowanych tą informacją. Podkreślamy jeszcze raz - tę promocję oferujemy **bezpłatnie**, wystarczy wypełnić i przesłać do redakcji (AVT-Korporacja Sp. z o.o., 02-777 Warszawa 130, skr. poczt. 271) kupon zamieszczony niżej. Przyjmujemy również płatne reklamy ramkowe w Panelu - formaty i ceny jak w tabeli podanej obok w p.1 (blankiet "Zamówienie na reklamę").

## Dziedziny działalności

- Urządzenia technologiczne dla elektroniki
- Materiały dla elektroniki
- Podzespoły
  - Półprzewodniki
    - Układy scalone
    - Diody i tranzystory
  - Elementy mocy
- Elementy biernie
  - Kondensatory
  - Rezystory
  - Transformatory i cewki
  - Materiały magnetyczne
  - Elementy piezoelektryczne
  - Płytki drukowane
  - Złącza
  - Kable
  - Elementy mikrofalowe
  - Anteny
  - Podzespoły audio (głośniki, słuchawki, itp.)
  - Elementy optoelektryczne
  - Podzespoły elektromechaniczne
  - Inne (jakie?)
- Moduły
  - Układy hybrydowe

- Zmontowane płytki (karty do PC, itp.)
- Źródła zasilania
- Układy sensorowe
- Inne
- CAD i oprogramowanie różne
- Urządzenia warsztatowe i laboratoryjne do pomiarów i testowania (generatory, woltomierze, itp.)
- Narzędzia warsztatowe elektronika
- Sprzęt powszechnego użytku
  - RTV i audio-video
  - Sprzęt domowy
- Sprzęt telekomunikacyjny
- Komputery
- Elektronika przemysłowa
- Elektronika medyczna
- Elektronika wojskowa
- Inne dziedziny

## Rodzaj działalności

- B - badania  
R - rozwój  
Pd - produkcja  
Pj - projektowanie  
H - handel  
S - szkolenie  
K - konsulting  
W - wydawnictwo  
U - inne usługi (jakie?)

## Kupon zgłoszenia do biuletynu kwartalnego Panel (Panorama Elektroniki)

-----  
nazwa firmy

-----  
ulica

□ □ □ □ □ -----  
miejscowość

tel.: ..... fax: .....

Liczba zatrudnionych:

- ☐ 1...5 ☐ 6...9 ☐ 10...49 ☐ 50...99  
☐ 100...199 ☐ 200...499 ☐ 500...999 ☐ ponad 1000...

Dziedzina działalności (podać numery w/g wykazu powyżej)

Rodzaj działalności (podać oznaczenia w/g wykazu powyżej)

- ☐ załączamy wzór logo firmy

podpis i pieczęć



# Dział Obsługi Czytelników

Prezentujemy ofertę na płytki drukowane, EPROM-y, dyskietki, itd., pochodzące ze światowej sieci obsługi Czytelników Elektora. (Ceny zawierają podatek VAT)

Tytuł artykułu	Kod	Cena w zł	Tytuł artykułu	Kod	Cena w zł
<b>Październik 1993</b>					
<b>Płytki drukowane</b>					
Wielofunkcyjny częstotliwościomierz 1.2GHz (płytką z EPROM-em 6141)	920095 +	1.150.000,-	Wzmocniacz mocy z filtrem pasmowym mowy	930071	270.000,-
Karta opto-przełącznikowa PC	930004	440.000,-	Precyzyjny zegar do komputera (płytką z dyskietką 1871)	930058 +	480.000,-
Karta przetwornika obrazu TV do PC (płytką z dyskietką 1831)	930007 +	1.480.000,-	Multimetr o rozmytej logice - 2 (płytką z dyskietką 1721)	920049-1 +	920.000,-
Odbiornik VHF/UHF	926001	760.000,-	Konwerter na niższy zakres pasma VHF	926087	620.000,-
Trójdrotny aktywny system głośnikowy	930016	860.000,-	Zasilacz-tester	930033	840.000,-
Zegar MAXI-MICRO	930020	620.000,-		920075-1	180.000,-
Wilgotnościomierz doniczkowy (czujnik)	934031	180.000,-	<b>Dyskietki</b>		
Wilgotnościomierz doniczkowy (zasilacz)	934032	160.000,-	Precyzyjny zegar do komputera	1871	340.000,-
<b>EPROM-y, mikrosterowniki, PAL-e</b>			Multimetr o rozmytej logice	1721	300.000,-
Wielofunkcyjny częstotliwościomierz 1.2GHz (1x27C256)	6141	460.000,-	<b>Styczeń 1994</b>		
Zegar MAXI-MICRO (zegar z budzikiem)	7081	460.000,-	<b>Płytki drukowane</b>		
Zegar MAXI-MICRO (zegar ciemniowy)	7091	460.000,-	Wzmocniacz średniej mocy na HEXFET-ach	930102	590.000,-
Zegar MAXI-MICRO (zegar kuchenny)	7101	460.000,-	Przełącznik sygnałów wizyjnych (SCART)	930122	620.000,-
<b>Dyskietki</b>			Mikser stereo	UPBS-1	90.000,-
Karta przetwornika obrazu TV do PC	1831	600.000,-	Wylacznik mocy IC	930091	260.000,-
(24-bitowe rozszerzenie koloru)	1631	450.000,-	Przełącznik modułów ROM do Atari ST	930005	1.220.000,-
Karta opto-przełącznikowa PC	1821	320.000,-	Multimetr o rozmytej logice, cz. 3. (cztery płytki)	920049	brak
<b>Folie płyt czolowych</b>			<b>Luty 1994</b>		
Wielofunkcyjny częstotliwościomierz 1.2GHz	920095-F	560.000,-	<b>Płytki drukowane i układy programowane</b>		
<b>Listopad 1993</b>			Mikrosterownik 535 z emulatorem EPROMu	930103	1.450.000,-
<b>Płytki drukowane</b>			(płytką + GAL + PROM ESS6312)	930128	1.100.000,-
Generator sygnału FM stereo	920155	820.000,-	Tester IC (płytką + GAL ESS6342)	936077	160.000,-
Cyfrowy miernik częstotliwości do odbiornika VHF/UHF	926001-2	410.000,-	Autobooter	936060	310.000,-
Lutownica do SMD	930065	350.000,-	Regulator obrotów dla wentylatorów	930104	870.000,-
Multimetr o rozmytej logice - 1	920049-2	700.000,-	Hygrometr cyfrowy (płytką + EPROM ESS6302)	930046	280.000,-
Miernik amperogodzin	930068	510.000,-	Tani fazomierz (płytką główną)	920018	190.000,-
<b>Grudzień 1993</b>			Tani fazomierz (płytką woltomierza panelowego)	930106	900.000,-
<b>Płytki drukowane</b>			Ladowarka ogniw niklowo-kadmowych z mikrokontrolerem	920162	750.000,-
Sterowanie zapisu głosem	934039	240.000,-	(płytką + zaprogramowany uC ST62E15)	920151	490.000,-
			Wskaźnik widma sygnału		
			Uwaga: Pozycje oznaczone kodem ze znakiem + są realizowane tylko w komplecie z software'm.		

**AVT oferuje** kity lub wybrane podzespoły do urządzeń publikowanych w **Elektorze Elektroniku**. Oferta jest oparta na dwóch źródłach: import z firm UE (Unii Europejskiej) współpracujących z pismem **Elektor** (rubryka **import**) oraz skład podzespołów w AVT (rubryka **AVT**). Ceny podane w zł zawierają podatek VAT.

Import	AVT	Import	AVT	Import	AVT
<b>Październik 1993</b>					
<b>Wielofunkcyjny częstotliwościomierz 1,2GHz</b>					
Kompletny kit zawierający obudowę, płytę czolową, LCD i program w EPROM-ie	3.800.000	Filtr G1968	120.000	OP77	50.000
Wybrane podzespoły:		X1 46MHz	20.000	LF357N	30.000
LCD LM16A lub odpowiednik	700.000	4-pozycyjny przełącznik obrotowy	40.000	Kwarc X2, 432MHz	25.000
Obudowa EG2030	360.000	Obudowa LC860	480.000	Zespół wzбудnicy VHF	11.000
80C32	120.000	<b>Trójdrotny aktywny zespół głośnikowy - 1</b>		dławik 100µH	36.000
U664B	92.000	2,2µF 50MKT	100.000	7V1S	36.000
BAT82	4.000	560pF polistyren 1%	35.000	7T1S	36.000
BF324	10.000	BAT85	4.000	T50-12	46.000
BS170	18.000	BDT87	70.000	BAT85	10.000
BS250	18.000	BDT88	70.000	BB204G	23.000
BF681	20.000	NE5532N	35.000	BF981	30.000
BF494	18.000	NE5534N	35.000	2N5109	115.000
BF450	18.000	TDA1514AN	600.000	<b>Grudzień 1993</b>	
<b>Karta opto-przełącznikowa IC</b>		Z3127-B6-A201	92.000	<b>Zasilacz-tester</b>	
CNY17-2	12.000	SK47/100	600.000	B80C 1500 .	20.000
PCF8574	150.000	<b>Zegar MAXI- MICRO</b>		FR606	2.000
8-końcówkowe gniazdko mini DIN	36.000	SA23-12EWA	240.000	7805	12.000
V23040-A0001-B201	150.000	Przełącznik CTL3	30.000	7905	12.000
<b>Karta przetwornika obrazu TV do PC</b>		74MC239N	35.000	TL074	18.000
Kompletny kit z oprogramowaniem	3.200.000	BAT85	10.000	BDV64BPH	60.000
Wybrane podzespoły:		LDR	90.000	BDV67CPH	130.000
ADC0820CCN	720.000	ULN4004	24.000	VTR3209 2x9V 100mA	390.000
LM1881	160.000	74HCT4543	26.000	SK47/100SA radiator	680.000
Gniazdko cinch montowane w płycie druk.	35.000	Kwarc 8MHz	20.000	<b>Nadajnik AM/FM na pasmo 27MHz</b>	
Blok XTO24MHz	120.000	<b>Listopad 1993</b>		BF245B	4.000
V23100-V4005-A010	150.000	<b>Miernik amperogodzin z wyświetlaczem cyfrowym</b>		K3: gniazdo BNC lub SO-239	20.000
<b>Odbiornik VHF/UHF</b>		RC4151NB	35.000	<b>Czterokanałowy przetwornik C/A</b>	
Kit zawierający obudowę i płytę (bez transformatora)	4.100.000	TLC274CN	60.000	74LS245	4.000
Wybrane podzespoły:		HD1107	16.000	<b>Sterowanie zapisu głosem</b>	
2200µF/40V	84.000	<b>Cyfrowy miernik częstotliwości do odbiornika VHF/UHF</b>		LF357	30.000
dławik 1,5µH	10.000	Kit zawierający obudowę, płytę i transformator sieciowy	1.950.000	TL072	12.000
KACS 1506 TOKO	60.000	Wybrane podzespoły:		<b>Precyzyjny zegar do komputera</b>	
B80C1500	20.000	ICM7217A/PI	380.000	BF245B	4.000
TAA550=1N4752A	30.000	BF494	24.000	TL071	12.000
BF256C	12.000	HD11070	360.000	DCF77 (moduł odbiorczy)	900.000
NE605N	210.000	Obudowa LC740		DCF77 (antena ferrytowa)	85.000
CA3240E	18.000	<b>Generator sygnałowy FM stereo</b>		E406 pudełko	120.000
TDA7052	35.000	Zespół MPX		<b>Multimetr o rozmytej logice, cz. 2</b>	
UV616S/6456 lub odpowiednik	1.250.000	dławik 47mH	33.000	ICL7660CPA	100.000
SFE10.7	18.000	dławik 100mH	33.000	74HCT138	6.000
		BB212	39.000	74HCT245	40.000
		LF411CN	36.000	ULN2803	60.000
		XR2208CP	115.000	MAX134 CPL	900.000
				Kwarc 32,768 kHz	30.000
				V23042-A1001-B101	110.000

## Ankieta "SPRZĘŻENIE ZWROTNE"

Jestem zainteresowany nabyciem płytek (A) lub kitów (B) wg następujących artykułów (Elektor Elektronik 2/94):

### Artykuły podstawowe

1. Mini przedwzmacniacz
2. Wskaźnik widma sygnału
3. Mikrosterownik 535 z emulatorem EPROMu
4. Poprawa jakości obrazu monitora mono VGA
5. Tani fazomierz
6. Tester I<sup>2</sup>C
7. Hygrometr cyfrowy
9. Ładowarka ogniw nikielowo-kadmowych z mikrokontrolerem

A	B
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### "101 układów"

1. Utrzymywanie akumulatorów w dobrej kondycji
2. Autoboster
3. Regulator obrotów dla wiertarek
4. Piłka do styropianu
5. Niskoomowy przełącznik AC do żarówek halogenowych
6. Sterownik PWM do silników
7. Elementarny układ czasowy
8. Aktywny korektor basów
9. Przełącznik uruchamiany częstotliwością
10. Szybki prostownik aktywny
11. Wyłącznik oświetlenia wewnątrz samochodu

A	B
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Imię i nazwisko

Uwaga. Ankieta służy celom informacyjnym, nie jest zaś traktowana jako zamówienie.

## ZAMÓWIENIE

Zamówienie należy przesłać na adres:

**Elektor Elektronik**  
00-967 Warszawa 86  
skr. poczt. 184

Imię i nazwisko

Adres

Zamawiając płytki, folie płyt czołowych, dyskiety, EPROM-y, PAL-e, GAL-e, mikrosterowniki należy wpisać kod zamawianej rzeczy i jej nazwę.

Zamawiając odbluki kserograficzne artykułów z pisma ELEKTOR ELECTRONICS (wersja angielska) należy wpisać tytuł artykułu oraz miesiąc i rok publikacji.

Zamawiając numery archiwalne pisma Elektor Elektronik w cenie 42.000 zł (w tym koszt przesyłki) należy wpisać w kratkach liczbę zamawianych egzemplarzy  
EE 1/93 ☐ EE 2/93 ☐ EE 3/93 ☐ EE 1/94 ☐

Ilość	Kod zamówienia	Nazwa	Cena jednostkowa	Wartość

Zamówienia są realizowane w terminie 3...4 tygodni. Forma realizacji - wysyłka pocztowa za pobraniem. Koszt przesyłki - 10% wartości paczki, 25.000 zł dla wartości poniżej 250.000 zł.

Razem

Pokwitowanie dla wpłacającego

zł. ....

wpłacający

Dokładny adres

Na r-k AVT-Korporacja Sp. z o.o.  
00-838 Warszawa, ul. Prosta 69

Nazwa banku **PKO BP XV O/W-wa**  
Nr r-ku **1658-196657-136**

Stempel

Podpis przyjmującego

Pobrano opłatę

zł. ....

Odcinek dla posiadacza rachunku

zł. ....

wpłacający

Dokładny adres

Na r-k AVT-Korporacja Sp. z o.o.  
00-838 Warszawa, ul. Prosta 69

Nazwa banku **PKO BP XV O/W-wa**  
Nr r-ku **1658-196657-136**

Stempel

Podpis przyjmującego

Pobrano opłatę

zł. ....

Odcinek dla banku

zł. ....

wpłacający

Dokładny adres

Na r-k AVT-Korporacja Sp. z o.o.  
00-838 Warszawa, ul. Prosta 69

Nazwa banku **PKO BP XV O/W-wa**  
Nr r-ku **1658-196657-136**

Stempel

Podpis przyjmującego

Pobrano opłatę

zł. ....



## 4 x USKA

W świecie elektroniki o sukcesie decyduje szybkość działania. Nawet najbardziej udane konstrukcje po kilku miesiącach tracą miejsce na "liście przebojów", a zainteresowanie rynku zwraca się ku innym nowościom. Sukcesy odnoszą ci, którzy pierwsi wprowadzili nowość na rynek. Sukcesy odnoszą dobrze poinformowani o najnowszych rodzajach układów scalonych i ich aplikacjach. To proste - sukcesy odnoszą stali Czytelnicy naszego biuletynu **Układy Scalone - Katalog Aktualności**.

W ciągu dwóch lat istnienia USKA osiągnęła kilkutyśieczny nakład. Okazało się, że publikacja danych katalogowych i not aplikacyjnych nowych układów jest bardzo przydatna dla wielu elektroników. Niektóre typy układów scalonych zostały "wylansowane" na rynku krajowym dzięki publikacjom w naszym biuletynie informacyjnym.

Dotychczas USKA zawierała głównie układy do sprzętu radiowo-telewizyjnego i audio-video (RTV i AV). W nowym, 1994 roku zwiększamy czterokrotnie zakres tematyczny tego biuletynu informacyjnego, tj. rozpoczynamy wydawanie trzech dodatkowych tytułów: Układy Analogowe (UA), Układy Cyfrowe (UC) oraz  $\mu C$  i pamięci ( $\mu C$ ).

Seria czterech zeszytów, o objętości 48 stron każdy, będzie wydawana co 2 miesiące. Forma graficzna biuletynu USKA będzie ok. 2-krotnie bardziej kompaktna niż dotychczas, a więc w objętości 48 stron będzie zawarta taka sama ilość materiału jak dotychczas w objętości 100 stron. Dzięki tym zmianom redakcyjnym 2-krotnie maleje cena zeszytu, która będzie wynosić 55.000 zł w sklepie firmowym AVT (W-wa, ul. Prosta 69).

Niezwykle atrakcyjne są warunki prenumeraty zeszytów USKA - po cenie zbytu 44.000 zł.

**Tylko śledząc regularnie zawartość biuletynu USKA nie przeoczysz żadnej nowości na rynku układów scalonych.**

### Drogi Czytelniku!

Przyjmujemy zamówienia na prenumeratę miesięczników: **Elektronika Praktyczna (EP)**, **Elektor Elektronik (EE)** oraz dwumiesięcznika **Układy Scalone - Katalog Aktualności (USKA)**. Prenumerata może się rozpocząć od dowolnie wybranego numeru (najwcześniej w miesiącu pierwszym po miesiącu dokonania wpłaty). Dla miesięczników EP i EE proponujemy trzy możliwości:

1. prenumeratę roczną (12 numerów), od dowolnie wybranego numeru
2. prenumeratę półroczną (6 numerów), od dowolnie wybranego numeru
3. prenumeratę kwartalną (3 numery), od dowolnie wybranego numeru.

Dla dwumiesięcznika USKA proponujemy tylko prenumeratę roczną, przy czym można dokonać wyboru dowolnych tytułów spośród 4 serii tematycznych tego biuletynu.

Zamówione pisma wysyłamy w kopertach. W cenę prenumeraty jest wliczony koszt przesyłki.

Aby zaprenumerować któreś z naszych czasopism (lub kilka jednocześnie) należy wpłacić odpowiednią kwotę (wyliszoną za pomocą tabelki na przekazie) na nasze konto bankowe. Najlepiej skorzystać z zamieszczonego niżej przekazu. Ponieważ docierający do nas odcinek przekazu jest traktowany jako zamówienie, prosimy o bardzo wyraźne napisanie DRUKOWANYMI LITERAMI na wszystkich odcinkach przekazu: imienia, nazwiska i dokładnego adresu z kodem pocztowym. Prosimy o dokładne wypełnienie obu stron przekazu.

Prosimy także o zaznaczenie, czy jest to kontynuacja prenumeraty, czy też pierwsza wpłata.

Gwarantujemy wysłanie wszystkich zamówionych i opłaconych numerów bez konieczności dopłaty, gdy wzrośnie cena pisma.

**UWAGA!** Na tych samych blankietach można również dokonać wpłaty na zakup numerów archiwalnych EP (kompletny rocznik 1993 lub dowolne numery) i EE (dowolne numery). Należy wyraźnie wpisać numery zamawianych pism i wpłacić kwotę równą ilości zamawianych egzemplarzy x cena (28.000 zł dla EP, 42.000 zł dla EE).

### PRENUMERATA ZAGRANICZNA

pism

"Elektronika Praktyczna", "Elektor Elektronik" oraz

biuletynu "Układy Scalone - Katalog Aktualności"

Ceny prenumeraty zagranicznej (w markach niemieckich i frankach francuskich):

	"Elektronika Praktyczna"	"Elektor Elektronik"
- roczna	48DM 168FF	56DM 196FF
- półroczna	30DM 105FF	35DM 122FF
- "USKA" - komplet czterech zeszytów:		
- roczna	168DM 588FF	

Aby zaprenumerować któreś z naszych czasopism, należy wpłacić odpowiednią kwotę na konto:

AVT-Korporacja Sp. z o.o.

ul. Prosta 69, 00-838 Warszawa

Bank PKO BP XV O/W-wa, Al. Jerozolimskie 7

00-950 Warszawa

Nr konta 1658-196657-136

SWIFT CODE

BPKO PL PW

Prosimy o wyraźne zaznaczenie, czy jest to prenumerata roczna, czy półroczna, oraz o napisanie miesiąca rozpoczęcia prenumeraty. W cenę prenumeraty jest wliczony koszt przesyłki pocztą zwykłą do wszystkich krajów europejskich. Przy wysyłkach do krajów pozaeuropejskich koszt przesyłki jest doliczany do ceny prenumeraty.

	<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
<b>"Elektronika Praktyczna"</b>	Prenumerata	Cena 1 numeru x ilość numerów
	roczna	25.000 x 12 = 300.000
	półroczna	28.000 x 6 = 168.000
	kwartalna	31.000 x 3 = 93.000
	Arch. nr	
<b>"Elektor Elektronik"</b>	Prenumerata	Cena 1 numeru x ilość numerów
	roczna	29.000 x 12 = 348.000
	półroczna	36.000 x 6 = 216.000
	kwartalna	40.000 x 3 = 120.000
	Arch. nr	
<b>Katalog USKA</b>	Prenumerata	Cena 1 numeru x ilość numerów
	RTV i AV	44.000 x 6 = 264.000
	Analogowe	44.000 x 6 = 264.000
	Cyfrowe	44.000 x 6 = 264.000
	$\mu C$	44.000 x 6 = 264.000





## SERIA: QUICK REFERENCE

Warszawa, ul. Prosta 69

☎ 32-47-51

✉ 02-777 Warszawa 130  
skr.poczt. 271

# WYDAJE

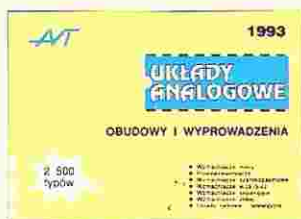


**WordPerfect 5.1 dla DOS wersja polska**  
Książka niezbędna w pracy każdego użytkownika programu WordPerfect.  
110 stron A5  
Cena detaliczna 49.000 zł,  
hurtowa 34.000 zł



**dBase IV 2.0**  
Omówienie wszystkich poleceń i funkcji najnowszej wersji dBase IV.  
Cena detaliczna 49.000 zł,  
hurtowa 34.000 zł

## SERIA: KATALOGI UKŁADÓW SCALONYCH



Rysunki obudów i opis wyprowadzeń ponad 2500 typów układów scalonych analogowych. Są to niemal wszystkie układy używane w sprzęcie powszechnego użytku. 250 stron B5  
Cena detaliczna 98.000 zł, hurtowa 68.000 zł



Zestawienie odpowiedników układów scalonych z całego świata. 380 stron B5  
Cena detaliczna 167.000 zł, hurtowa 119.000 zł



Zestawienie wszystkich układów scalonych produkowanych na świecie (ponad 60000 typów). Katalog służy do identyfikacji producenta i grupy rodzajowej układu scalonego, a więc jest źródłem typu Master. 520 stron B5  
Cena detaliczna 165.000 zł, hurtowa 118.000 zł

Książki są sprzedawane w sklepie firmowym AVT, Warszawa, ul. Prosta 69, oraz wysyłane pocztą na przedpłaty: cena książki + koszt przesyłki (15.000 zł).  
Przedpłaty należy dokonać na konto AVT: PKO BP XV O/W-wa 1658-196657-136.  
Ceny hurtowe - od 10 egz.

## KOMUNIKAT

Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych z satysfakcją komunikuje, że wychodząc naprzeciw życzeniom i potrzebom użytkowników filtrów z aktywną falą powierzchniową wydatnie powiększył produkcję filtrów z AFP i ich asortyment.

Aktualnie oferujemy następujące typy filtrów do odbiorników telewizyjnych, magnetowidów i sieci telewizji kablowej.

Typ filtru	Standard	Odpowiednik firmy Siemens
FT-382	OIRT	OFWK-367
FT-383	OIRT/CCIR	OFWK-1950
FT-384	OIRT/CCIR	OFW-368
FT-386	OIRT/CCIR	OFW-368
FT-389	OIRT/CCIR	OFWK-2950
FT-3893	CCIR	OFWG-1962, OFWG-1963, OFWG-1968
FT-3895	OIRT/CCIR	OFWK-2960
FT-3896	OIRT/CCIR	OFWK-2960
FT-391	CCIR	OFW-361D
FT-392	Anglia, Irlandia	OFWJ-1951
FTQ-384	OIRT/CCIR	OFWK-3254
FTP-3801	OIRT/CCIR	OFWJ-4950

oraz inne typy filtrów dla zastosowań profesjonalnych (np. filtry dla radiokomunikacji, o częst. środkowej 70MHz).

Oczekujemy na dalsze propozycje.

Jesteśmy gotowi do współpracy.

Na życzenie wysyłamy karty katalogowe.

**Sprzedaż hurtowa:** realizuje Dział Marketingu w ITME  
ul. Wolczyńska 133, 01-919 Warszawa  
tel. 34 97 30, fax 34 90 03

**Sprzedaż detaliczna:** Sklep SEMICON  
Bazar Wolumen, pawilon 70A  
ul. Kasprzowicza, Warszawa

**Informacje techniczne:** Zakład Piezoelektroniki ITME,  
tel. 35 30 41 w. 159, 160

## PODZESPOŁY ELEKTRONICZNE

TV-SAT ELECTRONIC  
KONSTANTY SACHARCZUK

Oferujemy technologię SMD i konwencjonalną

w ilościach hurtowych

- ✓ Procesory: 80C51, 80C52, 80C552, 80C851, 80C652, 80535
- ✓ Pamięci: 8582, 8594 (SMD), 6116, 2732, 62256
- ✓ Układy z serii TTL, LS, HCT, CMOS
- ✓ Układy liniowe z serii TDA, TEA i inne  
TDA: 4557, 4580, 4660, 4650, 4680, 3857, 4800, 9800, 9820  
TEA: 6200...
- ✓ Tranzystory, diody, kondensatory, rezystory
- ✓ Przekazniki: 1,2V, 5V, 12V i inne

01-957 WARSZAWA  
ul. Szegedyńska 13A (budynki hotelu AGORA)  
tel./fax: (0-22) 34-44-27



## Generatory

**G-03 Generator serwisowy sygnałów TV**  
Cena 3.200.000 zł  
zakres częstotliwości: 49...855MHz  
systemy TV: SECAM, PAL  
podnośne fionii: 5,5 i 6,5MHz  
testy wizyjne: pionowe pasy barwne, gradacja szarości, tła kolorów podstawowych, krata z krzyżem  
wyjścia dodatkowe: Video, synchronizacja H i V, wyjście pomiarów częstotliwości, fionia 1kHz  
test telegazety (opcja): 980.000 zł  
zasilanie: 180...240V, 50Hz, 12VA  
masa: 1,6kg

**G-04 Generator serwisowy sygnałów TV**  
Cena 4.500.000 zł



Zakres częstotliwości: 49...855MHz  
system TV: SECAM, PAL, NTSC 4.43, NTSC 3.58  
podnośne fionii: 4,5; 5,5; 6,0 i 6,5MHz  
testy wizyjne: pionowe pasy barwne, gradacja szarości, tła kolorów podstawowych, krata, kolo, szachownica  
wyjścia dodatkowe: VIDEO, synchronizacja H i V, wyjście pomiaru częstotliwości, fionia 1kHz, sygnał RGB i sandcastle  
test telegazety (opcja): 980.000 zł  
zasilanie: 180...240V, 50Hz, 12VA  
masa: 1,6kg

**44A Generator dekadowy o bardzo niskich zniekształceniach nieliniowych**  
Cena 4.700.000 zł  
zakres częstotliwości: 10Hz...109,9kHz  
dokładność częstotliwości:  $\pm 0,5\%$   
napięcie wyjściowe: 0,3mV...3,16V  
rezystancja wyjściowa: 600Ω  
tłumienie: 20, 40, 60dB  
zniekształcenia nieliniowe:  
10kHz...20kHz < 0,004%  
20kHz...50kHz < 0,006%  
50kHz...110kHz < 0,015%  
zasilanie: 220V, 50Hz, 6VA  
masa: 2,3kg

## Mierniki

**M-07 F Selektowny miernik poziomu sygnału antenowego**  
Cena 10.500.000 zł  
zakres częstotliwości: 46...863MHz  
poskok: 0,25MHz  
dokładność wskazań częstotliwości:  $\pm 15$ kHz  
impedancja wejściowa: 75Ω  
zakres pomiaru poziomu: 40...120dB (100μV...1V)  
dokładność pomiaru: 20dB  
zasilanie: 220V, 50Hz lub ok. 3 godz. z wbudowaną baterią akum.  
masa: 1,8kg

**ELEM-9 Analizator-miernik poziomu sygnału antenowego**  
Cena 24.000.000 zł  
zakres częstotliwości: 46...863MHz  
wskazywany poziom na analizatorze 40...90dB (100μV...32μV)  
zakres wskazywanego widma: 232MHz z rozdzielczością 1MHz, 58MHz z rozdzielczością 0,25MHz oba zakresy ustawiane w dowolnym odcinku widma,  
wskazania cyfrowe:  
poziom w dB w zakresie 40...120dB, numer kanału, częstotliwości mierzonego sygnału i podnośnej fionii,  
impedancja wejściowa: 75Ω  
wyjścia kontrolne:  
sygnał AUDIO, 1Vpp  
sygnał AUDIO, 0,8Vsk  
zasilanie: 220V, 50Hz lub ok. 2 godz. z wbudowaną baterią akum.  
masa: 2,6kg

**Miernik R, L, C, O**  
Cena 3.660.000 zł  
zakresy pomiarowe:  
0,1pF (rozdz.)...1999,9pF  
0,1Ω (rozdz.)...19,999MΩ  
0,05μH (rozdz. 0,01)...19,999mH  
dobroć 5...500  
dokładność pomiaru:  
0,5% -jednostka pomiarowa  
wyświetlacz: LED 41/2  
zasilanie: 220V, 50Hz, 12W  
masa: 1,7kg

## Ponadto oferujemy na zamówienie różnego rodzaju aparaturę elektroniczną produkcji krajowej:

mierniki izolacji, mierniki i mostki RLC i C, mierniki zniekształceń nieliniowych, mierniki modulacji AM/FM, reflektometry, zespoły pomiarowe do badań radiotelefonów, multimetry, woltomierze, generatory dekadowe RC, generatory akustyczne mocy, generatory funkcyjne - wobulatory, generatory sygnałowe AM/FM, generatory impulsowe, analizatory stanów logicznych, zasilacze.  
Szczegółowe informacje można uzyskać w sklepie AVT, Warszawa, ul. Prosta 69, tel. 32-14-01 w. 248 lub 32-33-48.

## Moduły RTV

**Transkoder SECAM-PAL typ TRS-01**  
Cena 255.000 zł

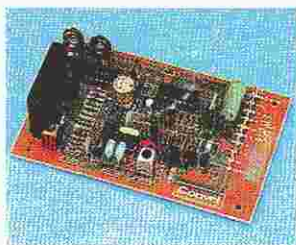


Służy do przestrojenia OTVC pracujących w systemie PAL na system SECAM-PAL. Jest wykonany techniką SMD, uruchomiony i zestrojony. Posiada pętlę fionii 6,5MHz oraz regulację składowej stałej sygnału Y. Dostarczany z instrukcją montażu.

**Dekoder PAL-SECAM typ DE do OTVC radzieckich z płytą dekodera M4-2 (mc-2)**  
Cena 230.000 zł

Jest to moduł, który może być wstawiany w miejsce zainstalowanego w telewizorze.

**Dekoder PAL typ DV do OTVC radzieckich lampowych**  
Cena 280.000 zł

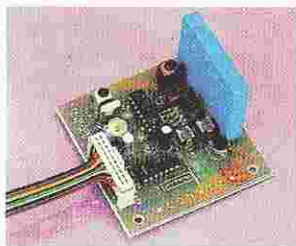


Służy do przestrojenia na system PAL-SECAM OTVC lampowych: RUBIN 711, 714 ELEKTRON 716, 738 i pochodnych. Zbudowany z elementów renomowanych firm zachodnich. Dostarczany z instrukcją montażu.

**Dekoder PAL typ DJ do OTVC Jowisz 04, 05, 501**

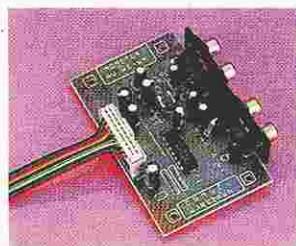
Cena 280.000 zł  
Służy do przystosowania w/w OTVC do pracy w systemach PAL-SECAM. Zbudowany z elementów renomowanych firm zachodnich. Dostarczany z instrukcją montażu.

**Dekoder PAL typ DM**  
Cena 280.000 zł



Służy do przystosowania do odbioru w systemie PAL-SECAM wszystkich OTVC produkcji polskiej oraz odbiorników radzieckich opartych na technice półprzewodnikowej.  
Wykonany techniką SMD. Dostarczany z instrukcją montażu.

**Układ monitora WE/WY przełączany automatycznie**  
Cena 105.000 zł



Jest to płytka AUDIO- VIDEO WE/WY pozwalająca na dołączenie do OTVC sygnałów audio i video niskiej częstotliwości z komputera, magnetowidu lub odtwarzacza video. Umożliwia ponadto zapis sygnałów audio/video niskiej częstotliwości na magnetowid lub odtwarzacz z możliwością nagrywania. Płytka może być przełączana na pracę monitora automatycznie po pojawieniu się sygnału VIDEO na wejściu lub manualnie z pilota, ewentualnie poprzez wciśnięcie tego pola programatora, które zalecane jest do współpracy z magnetowidem np. Helios "4", Elektron 8, Jowisz TE 500 "5" itp. Dostarczany z instrukcją montażu.

**Dekoder PAL typ DK do OTVC radzieckich (z płytą dekodera M4-31 (MC-31))**

Cena 105.000 zł  
Jest to moduł, który może być wstawiany w miejsce zainstalowanego w telewizorze.

**Kwarcowy konwerter typ KSP CCIR/OIRT do odbiorników samochodowych**  
Cena 80.000 zł

Służy do montażu pomiędzy anteną a odbiornikiem radiowym, zasilany z akumulatora 12V. Umożliwia odbiór audycji radiowych w pasmach 65-73MHz i 88-108MHz.

**Fionia wydzielona typ FWL**

Cena 65.000 zł  
Wykonana techniką SMD, przeznaczona do OTVC pracujących w sieciach telewizji kablowej. Instrukcja montażu na opakowaniu.

**Fionia wydzielona typ FWO**  
Cena 70.000 zł



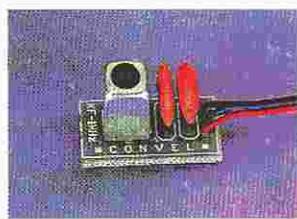
Wykonane techniką SMD z generatorem kwarcowym. Stosowane również w OTVC pracujących w sieciach telewizji kablowej. Instrukcja na opakowaniu.

**Fionia równoległa typ FR**  
Cena 48.000 zł



Służy do przestrojenia OTVC i magnetowidów nie posiadających fionii 6,5MHz. Zamieniając miejscami filtry F1-5,5MHz i F2-6,5MHz fionę równoległą można zastosować w OTVC produkcji polskiej i radzieckiej w celu przystosowania do odbioru fionii 5,5MHz. Dostarczana z instrukcją montażu.

**Konwerter fionii 1MHz typ KF**  
Cena 35.000 zł



Wykonany techniką SMD generator 1MHz - mieszacz (wersja fionii z wyjściem 5,5MHz lub 6,5MHz).

**Zestaw do odbioru dowolnego teletextu nadawanego przez TVP, kablową lub satelitarną na PC**

Cena 3.600.000 zł  
Zestaw był sygnalizowany w rubryce INFO EP 12/93.

- tuner (z zasilaniem DC 12V)
- karta TVT na PC
- Minimalne wymagania sprzętowe:
- komputer PC XT
- pamięć RAM 512 kB
- zegar systemowy 6 MHz
- środowisko PC/MS DOS 3.00

## I... REWELACJA

**Lutownica gazowa firmy "IRODA"**  
Cena 490.000 zł



Nabijana jest gazem zapalniczkowym (BUTAN). Służy do lutowania w zastosowaniach elektronicznych lub elektrycznych przy użyciu grotu lub otwartego płomienia (max. temp. płomienia 1300°C).

Wszystkie ceny podano z podatkiem VAT.

## Przyrządy są sprzedawane

w sklepie AVT, Warszawa, ul. Prosta 69, tel. 32-14-01 w. 248 lub 32-33-48, fax 32-47-51 oraz wysyłane za pobraniem pocztowym z doliczeniem 10% ceny jako kosztów przesyłki (25.000 zł dla przesyłek o wartości poniżej 250.000 zł). Zamówienia listowne należy kierować na adres: 02-777 Warszawa 130, skr. poczt. 271.